

Электричество и магнетизм

Элиша Грей

Electricity and Magnetism

Elisha Gray



Электронная книга проекта Гутенберга по электричеству и магнетизму

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Электричество и магнетизм

Автор: Элиша Грей

Дата выхода: 6 ноября 2010 [Электронная книга № 34221]

Язык: Английский

Кредиты: Подготовлено Крисом Керноу и командой онлайн-корректоров по адресу <http://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ" ***

ЧУДЕСА ПРИРОДЫ, ТОМ III.

Электричество и магнетизм

АВТОР ЭЛИША ГРЕЙ, доктор философии, доктор права

УИЛЬЯМ БРИГГС

Ричмонд-Сент-Уэст, 29-33, Торонто

К. В. Коутс, Монреаль, Калифорния, США

С. Ф. Уэстис, Галифакс, Северная Каролина

Содержание.

ГЛАВА	СТРАНИЦА
Введение	v
I. Авторский проект	1
II. История электротехники	6
III. История магнетизма	20
IV. Теория и природа магнетизма	25
V. Теория электричества	39

VI. Электрические токи	49
VII. Электрические генераторы	62
VIII. Атмосферное электричество	77
IX. Электрические измерения	83
X. Электрический телеграф	88
XI. Прием сообщений	103
XII. Разные методы	108
XIII. Многократная передача	114
XIV. Способ дуплексной системы	129
XV. Телефон	134
XVI. Как разговаривают по телефону	145
XVII. Подводная телеграфия	154
XVIII. Телеграфы короткой линии	159
XIX. Телеавтограф	165
XX. Некоторые курьезы	171
XXI. Беспроводная телеграфия	176
XXII. Электричество尼亚гарского водопада—Введение	186
XXIII. Электроприборы尼亚гарского водопада	190
XXIV. Электроприборы尼亚гарского водопада	199
XXV. Электротехнические изделия—Карборунд	209
XXVI. Электротехнические изделия—Отбеливающий порошок	218
XXVII. Электротехнические изделия—Алюминий	223
XXVIII. Электротехнические изделия—Карбид кальция	228
XXIX. Новая эра	234

Введение.

В интересах читателей тома. III, которые не читали общее введение, содержащееся в томе. Я, несколько слов о масштабах и задаче этого тома, не лишним будет.

Любому, кто увидит размер этой маленькой книжки, станет ясно, что она не может быть исчерпывающим трактатом по такому обширному предмету, как электричество. Этот том, как и другие, предназначен для массового чтения, и технических терминов здесь по возможности избегают или при их использовании дается четкое объяснение. Этот предмет рассматривается исторически, теоретически и практически.

Поскольку автор пережил период, в течение которого наука об электричестве переживала наибольший расцвет, он, естественно и неизбежно, прибегает к некоторым воспоминаниям. Все, что он надеется сделать, - это заронить в умы своих читателей несколько идей, которые

пробудят интерес к изучению естествознания, и особенно к его самой увлекательной отрасли — электричеству.

Если Вол. Мне это на руку, пожалуйста, прочитайте введение. Это приведет вас к более тесному симпатии с автором и его режим лечения.

Опять же, если читатель особенно интересуется теорией электричества, ему очень поможет, если он сначала прочтет тома. I и II, в качестве подготовки к лучшему пониманию тома. III. Все естественные науки настолько тесно связаны, что трудно получить четкое представление о какой-либо одной из них, не имея хотя бы общего представления обо всех остальных.

ЧУДЕСА ПРИРОДЫ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.

ГЛАВА I.

АВТОРСКИЙ ДИЗАЙН.

Автор потратил большую часть своего времени в течение тридцати пяти лет на изучение электричества и изобретение приборов для электрической передачи информации между удаленными точками и, возможно, более знаком с явлениями электричества, чем с явлениями любой другой области физики; тем не менее, он считает, что это все еще самая трудная для объяснения из всех естественных наук. Дать какую-либо удовлетворительную теорию относительно ее места в других формах энергии и связи с ними - сложная проблема.

Говорят, что недавно лорд Кельвин сделал заявление о том, что за пятьдесят лет не было достигнуто никакого прогресса в объяснении реальной природы электричества. Хотя это заявление — если он действительно его сделал — довольно широкое, следует признать, что все выдвинутые на данный момент теории немногим лучше догадок. Но в угадывании есть ценность, поскольку предположение одного человека может привести к другому, которое лучше, и, поскольку редко бывает так, что каждое из них не дает нам немного иного взгляда на вопрос, может случиться так, что из множества догадок какому-нибудь исследователю когда-нибудь будет дано предложение, которое решит проблему или, по крайней мере, продвинет тему дальше в прошлое и установит ее истинную связь с другими формами энергии. Я не могу не думать, что еще предстоит сделать простое утверждение об Энергии в ее отношении к Материи, которое установит более тесную взаимосвязь между различными разделами физической науки. И это, скорее всего, будет достигнуто благодаря лучшему пониманию природы межзвездного вещества, называемого Эфиром, и его связи со всеми формами и состояниями разумной материи и энергии.

В последующих выступлениях автор постарается дать такое простое и популярное изложение явлений и применений электричества, только в общих чертах, чтобы популярный читатель мог

получить, по крайней мере, элементарное представление об этом предмете, насколько он известен. Как мы уже говорили, описания должны быть элементарными, поскольку ничто другое не может быть сделано без таких сложных технических чертежей и спецификаций, которые были бы невозможны в нашем ограниченном пространстве и не были бы понятны обычному читателю, который ничего не смыслит в науке.

Тысячи людей, которые различными способами заняты на предприятиях, основой которых является электротехника, ничего не знают об электричестве как науке. Мой друг, профессор физики в одном из наших колледжей, путешествовал несколько лет назад, и в своих странствиях он наткнулся на что-то вроде завода, где использовался электродвигатель. Будучи начеку в поисках информации, он вошел, представился инженеру и начал задавать ему вопросы об электродвигателе, которым тот руководил. Профессор умел плавно произносить слова "Ом", "ампер" и "вольт", и он "обстрелял" инженера некоторыми из этих электротехнических названий. Инженер непонимающе посмотрел на него и сказал: "Вы не можете доказать это мной. Я не понимаю, о чем вы говорите. Все, что я знаю, это включить двигатель и дать ему загудеть". Сколько "сока" тратится впустую в нашем безжалостном мире и как много можно было бы сэкономить, если бы только все были хотя бы достаточно разумны в отношении законов природы! Большая часть бизнеса в этом мире ведется по принципу "пусть она гудит", и общественность платит за расточительство. Так будет продолжаться до тех пор, пока разум более высокого порядка не будет более широко распространен среди людей. Фонтан не может подниматься выше своего источника. Бизнес никогда не превзойдет интеллект, вложенный в него, и правительство никогда не будет выше своего народа.

Давайте начнем разговор об электричестве с небольшого экскурса в его прошлую историю. Всегда полезно знать историю любого предмета, который мы изучаем, поскольку мы часто извлекаем выгоду как из ошибок других, так и из их успехов. Я также приведу теории, выдвинутые различными исследователями, и если у меня возникнут какие-либо собственные мысли по этому поводу, я буду волен высказать их, поскольку имею такое же право строить догадки, как и любой другой. Однако должен признаться, что чем старше я становлюсь, тем меньше мне кажется, что я знаю об электричестве или о чем-либо другом по сравнению с тем, что, как я вижу, еще предстоит узнать. Однажды я встретил молодого человека, который только что окончил колледж, и в разговоре он заявил, что прослушал курс по электричеству. Я спросил его, как долго он изучал этот предмет. Он ответил "три месяца". Я спросил его, понимает ли он это, и он сказал, что понимает. Я сказал ему, что он тот человек, которого ищет мир; что я изучал это в течение тридцати лет и до сих пор этого не понял.

"Небольшое обучение — опасная вещь", потому что оно воодушевляет нас, и мы чувствуем, что знаем все и держим мир в своих руках; но после того, как мы на некоторое время испробовали наши "небольшие знания" на мире и получили множество тяжелых ударов, которые обязательно последуют, мы рано или поздно оказываемся перед зеркалом опыта, и мы "видим себя такими, какими нас видят другие", и не удовлетворены увиденным.

Какими бы ни были теории, касающиеся электричества, и какими бы неудовлетворительными они ни были, существуют определенные факты и явления, которые имеют величайшее значение для мира. Это мы можем понять, и с этой целью давайте особенно направим наши усилия.

ГЛАВА II.

ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.

Электричество как хорошо развитая наука не устарело. Те из нас, кто прожил пятьдесят лет, видели почти все его развитие, поскольку оно применялось для полезных целей, а те, кто прожил более двадцати пяти лет, видели большую часть его развития.

Фалес Милетский, живший в 600 году до н.э., открыл или, по крайней мере, описал свойства янтаря при натирании, показав, что он обладает способностью притягивать и отталкивать легкие вещества, такие как соломинки, сухие листья и т.д. А от греческого слова, обозначающего янтарь — *elektron*, — произошло название электричество, обозначающее это своеобразное свойство. Теофраст и Плиний сделали те же наблюдения; первый около 321 г. до н.э., а второй около 70 г. н.э. Также говорится, что древние наблюдали воздействие электричества на животных, например, на рыбу, называемую торпедой. Плиний и Аристотель говорят о его способности парализовывать ноги людей и животных и сначала оглушать рыбу, на которую он затем охотился. Также записано, что освобожденный человек Тиберия был излечен от подагры ударами торпеды. Далее записано, что Волимер, король готов, был способен испускать искры из своего тела.

Возвращаясь к более современным временам — 1600 году нашей эры, — мы обнаруживаем, что доктор Гилберт, англичанин, занялся исследованием электрических свойств различных веществ при воздействии трения и сформулировал их в порядке их важности. В этих экспериментах мы имеем зачатки того, что с тех пор превратилось в великую науку. Он сделал открытие, что когда воздух сухой, он вскоре может наэлектризовывать натираемые вещества, но когда он влажный, это занимает гораздо больше времени, а иногда и вовсе терпит неудачу. В 1705 году Фрэнсис Хоксби, философ-экспериментатор, обнаружил, что ртуть можно сделать светящейся, взбалтывая ее в разряженном приемнике. (Возникает вопрос, не следует ли отнести это явление к фосфоресценции, а не к электричеству.) Число исследователей было настолько велико, что всех их невозможно перечислить. Часто бывает так, что те, кто действительно делает больше всего для науки, никогда не получают известности. Несколько человек будут вносить небольшие взносы, пока сооружение постепенно не приобретет большие размеры, когда, наконец, кто-нибудь придет и водрузит на него позолоченный купол, и все сооружение получит его имя. Это в высшей степени верно в отношении многих наиболее важных достижений в области науки и применения электричества за последние двадцать пять-тридцать лет.

Вслед за Хоксби можно упомянуть Стивена Грея, сэра Исаака Ньютона, доктора Уолла, М. Дюпэ и других. Дюпэ открыл два состояния электрического возбуждения, известные сейчас как положительное и отрицательное состояния. В 1745 году была изобретена лейденская банка. Свое название она получила от города Лейден, где впервые было обнаружено ее применение. Это стеклянная банка, покрытая изнутри и снаружи оловянной фольгой. Внутреннее покрытие соединено с латунной ручкой наверху, с помощью которой оно может заряжаться электричеством. Внутреннее и внешнее покрытия не должны быть сплошными, а должны быть изолированы друг от друга. Имя автора неизвестно, но говорят, что три разных человека изобрели его независимо друг от друга, а именно: монах по имени Клейст, человек по имени

Кунеус и профессор Мушенбрук из Лейдена. Это было важное изобретение, поскольку оно стало предшественником наших собственных открытий Франклина и необходимой частью его снаряжения, с помощью которого он установил идентичность молнии и электричества. Каждый американский школьник слышал из речей Четвертого июля, как "Франклин поймал раздвоенную молнию из облаков, укротил ее и подчинил воле человека". Как моя мальчишеская душа бывала взволнована до глубины души этим ораторским показом электрического фейерверка!

Франклин давно лелеял идею о том, что молнии в облаках идентичны тому, что называется электричеством трения, и он долго ждал, когда в его приемном доме, Квакер-Сити, установят церковный шпиль, чтобы он мог провести проверку и решить этот вопрос. Но квакеры не верили в шпили, и терпению Франклина был предел.

У Франклина была теория, которой придерживалось большинство исследователей в то время, что электричество было жидкостью и что определенные вещества обладали способностью удерживать его. В те дни были распространены две теории — обе теории жидкостей. Одна теория заключалась в том, что существуют две жидкости, положительная и отрицательная. Франклин придерживался теории единой жидкости и что явление электричества присутствует только тогда, когда нарушается баланс или естественное количество электричества. Согласно этой теории, тело, заряженное положительным электричеством, имело избыточное количество электричества, и, конечно, какое-то другое тело где-то в другом месте имело меньше, чем ему выделила природа; следовательно, оно было заряжено отрицательным электричеством. Например, у лейденской банки, одно из покрытий которой (скажем, внутренняя сторона) заряжено положительным электричеством или +, другое покрытие будет заряжено отрицательным электричеством или -. Первое было всего лишь названием суммы, превышающей норму, а второе - названием недостачи или отсутствия нормальной суммы.

Как мы уже говорили, Франклин верил в тождество молнии и электричества и долго ждал возможности продемонстрировать свою теорию. У него была лейденская банка, и теперь все, что ему было нужно, - это установить какую-нибудь подходящую связь между грозовой тучей и землей.

Незадолго до 1750 года Франклин написал статью, в которой показал сходство между искрой молнии и электричеством трения. Он показал, что обе искры движутся по кривым линиям — как мы видим это в грозовом облаке, что обе попадают в самые высокие или ближайшие точки, что обе воспламеняют горючие вещества, плавят металлы, делают иглы магнитными и уничтожают животную жизнь. Все это не совсем утвердило их идентичность в сознании Франклина, и он долго ждал удобного случая и, наконец, обнаружив, что никто не представился, он сделал то, что многим людям приходилось делать в других делах: он создал одного.

В июне 1752 года, устав ждать возведения шпиля, Франклин разработал план, который был намного лучше и, вероятно, спас эксперимент от провала, поскольку шпиль, вероятно, был бы недостаточно высоким. Он соорудил воздушного змея, сделав крест из легких кедровых прутьев, прикрепив четыре конца к четырем углам большого шелкового платка для рук. Он сделал петлю, к которой привязал шнур воздушного змея, и уравновесил ее хвостом, как это делают современные мальчишки. Он прикрепил заостренную проволоку к верхнему концу одной из поперечных палок в качестве громоотвода, а затем стал ждать грозы. Когда она разразилась, с помощью своего мальчика он запустил воздушного змея. Он привязал петлю из

шелковой ленты к концу шнура рядом со своей рукой — поскольку шелк, как известно, является изолятором или непроводником — и, привязав ключ к шнуру, стал ждать результата, стоя за дверью, чтобы шелковая петля не намокла и тем самым не разрушила свои изоляционные свойства. Облако почти рассеялось, и он испугался, что его долгожданный эксперимент провалился, когда заметил свободные волокна нити, торчащие во всех направлениях, и увидел, что они притягиваются приближением его пальца. Дождь намочил струну и сделал из нее лучшего проводника. Вскоре он мог костяшками пальцев извлекать искры из ключа. Он зарядил лейденскую банку этим электрическим током от грозовой тучи и провел с ней все эксперименты, которые он проводил с обычным электричеством, таким образом установив идентичность этих двух веществ и без всяких сомнений подтвердив, во что он задолго до этого верил, было правдой. В ходе последующих экспериментов Франклин обнаружил, что иногда электричество облаков было положительным, а иногда отрицательным. Из этого эксперимента Франклину пришла в голову идея установить громоотводы для защиты зданий, которые используются и по сей день.

Новость распространилась по всей Европе, однако не с помощью электричества, а как только ее смогли развезти парусные суда и дилижансы. Многие философы повторяли эксперименты, и по крайней мере один человек пожертвовал своей жизнью из-за интереса к новому открытию. В 1753 году профессор Рихман из Санкт-Петербурга установил в своем доме металлический стержень, который заканчивался лейденской банкой в одной из комнат. 31 мая он присутствовал на заседании Академии наук. Он услышал раскат грома и поспешил домой, чтобы посмотреть на свой аппарат. Он и один из ассистентов наблюдали за аппаратом, когда по стержню соскользнула молния и ударила в голову профессора. Он стоял слишком близко к нему и был мгновенно убит.

Минуя многие имена людей, последовавших за Франклином, мы переходим к следующему эпохальному открытию, а именно к гальваническому электричеству. В 1790 году в доме некоего Луиджи Гальвани, итальянского врача и анатома, произошел инцидент, который привел к возникновению новой и важной отрасли электротехники. Жена Гальвани готовила несколько лягушек для супа и, сняв с них шкурку, положила на стол рядом с только что заряженной электрической машиной. Скальпель лежал на столе и соприкасался с аппаратом. Она случайно дотронулась острием скальпеля до одной из лягушек, когда, о чудо! лягушка лягнулась, и удар этой мертвой лягушки изменил весь облик науки об электричестве. Она позвонила своему мужу, и он повторил эксперимент, а также присвоил открытие, и с тех пор ему принадлежит заслуга в этом, когда на самом деле открытие сделала его жена. Гальвани предположил, что это животное электричество, и цеплялся за эту теорию всю оставшуюся жизнь, проводя множество экспериментов и публикуя их результаты; но открытие побудило других решить проблему.

Алессандро Вольта, профессор натурфилософии в Павии, Италия, был, надо сказать, основателем науки о гальваническом или вольтовом электричестве. Воодушевленный открытием Гальвани, он приписал действие мышц лягушки не животному электричеству, а какому-то химическому взаимодействию между металлами, которые соприкасались с ней. Чтобы доказать свою теорию, он соорудил штабель из чередующихся слоев цинка, меди и ткани или картона, пропитанных каким-то физиологическим раствором. Повторяя эти трио - медь, цинк и пропитанную ткань, — он добился свай, которая вызвала бы мощный удар. Она называется вольтовой свайей.

У меня есть четкое представление о конструкции свай этой формы, основанное на опыте. В детстве у меня была привычка делать все, что я находил описанным, если это было возможно. Дно котла для стирки моей матери было медным, и как раз то, что нужно, чтобы квадратные пластины из меди соответствовали цинковым, сделанным из другого предмета домашней мебели, использовавшегося под плитой. Я дважды шокировал свою мать — сначала тем, что смастерил электрическую батарею, и еще раз, когда она узнала, откуда взялись металлические пластины. Продолжением всего этого было — но зачем заикливаться на болезненной теме!

Гальванизм и вольтово электричество - это одно и то же. Компания Volta была первой, кто сконструировал то, что называется гальванической батареей. Единица измерения электрического давления или электродвижущей силы называется вольт и получила свое название в честь Вольты, великого основателя науки о гальваническом или вольтовом электричестве. Из этой груды, построенной Вольтой, были изобретены бесчисленные формы батареек. Эволюция гальванической батареи во всех ее формах, от Вольты до наших дней, заняла бы большой объем, если бы все они были описаны.

Открытия Майкла Фарадея (1791-1867), выдающегося английского химика и физика, привели к новому этапу развития науки, который произвел революцию в современной жизни. Фарадей провел эксперимент, который содержит в себе зародыш всех форм современной динамо-машины, которая является машиной сравнительно недавнего развития. Он обнаружил, что если намотать кусок изолированного провода на кусок мягкого железа и поднести два конца (провода) очень близко друг к другу, а затем поместить утюг поперек полюсов постоянного магнита и внезапно отдернуть его, искра пройдет между двумя концами провода, который был намотан на кусок мягкого железа. Здесь зарождалась динамо-электрическая машина — зародыш того, что играет такую важную роль в нашей современной цивилизации.

После того как мы довели нашу историю до наших дней, вряд ли возникнет необходимость пересказывать то, что известно всем. Однако полезно время от времени останавливаться и сравнивать наши нынешние условия цивилизации с условиями прошлого. Наш мир полон квакеров, которые всегда вздыхают по старым добрым временам. Но мы легко можем представить, что если бы они могли вернуться в те дни, их карканье было бы еще громче, чем есть.

До появления электричества многие вещи были невозможны, а сейчас стали простыми. В старые времена мир был очень, очень большим; теперь, благодаря электричеству, оно стучится в дверь дома каждого человека. Громоздкий дилижанс, который раньше был нашим ограниченным экспрессом — до тридцати-сорока миль в день, — был заменен на тот, который преодолевает 1000 миль за то же время, и такая высокая скорость стала возможной только благодаря использованию электрического телеграфа.

В старые времена вся Европа могла быть вовлечена в большую войну, и вести об этом неделями достигали наших берегов, но сейчас первые выстрелы раздаются у каждого очага по всему миру, еще до того, как рассеивается дым. Наша планета пронизана железными нервами, которые проходят через горы и моря, чьи дрожащие атомы, охваченные электрическим огнем, ежедневно и ежечасно говорят нам о великой пульсирующей жизни всего цивилизованного мира.

Электричество дало нам голос, который можно услышать за тысячу миль, и не только услышать, но и узнать. Это дало нам ручку, которой мы напишем наш автограф в Нью-Йорке, хотя мы все еще находимся в Чикаго. Это дало нам лучшее освещение, как с оптической, так и с санитарной точки зрения, которое когда-либо видел мир. Старомодная бегущая повозка, запряженная лошадьми, была вытеснена электрической "тележкой", и мы больше не испытываем жалости к бедным старым лошадям, которые тащили по улицам эти громоздкие кареты, в которых мужчины и женщины набились внутрь и висели на ремнях, в то время как все наступали друг другу на пятки.

"В старину мы садились в повозку,
запряженную лошадью, если ехали далеко,
И чувствовали себя благословенными;
Теперь кондуктор берет плату за проезд
И поднимает в воздух метлу —
А молния делает остальное.

"В другие дни по улице
Мерцающий фонарь вел ноги,
Когда совершаешь полуночную прогулку;
Но теперь, когда приближается ночь, мы ловим
с неба молнию
И насаживаем ее на шест.

"Время было такое. когда приходится подносить ухо
поближе к шепчущему голосу, чтобы расслышать,
Как глухонемым — все ближе и ближе;
Но теперь из города в город он говорит
, засовывает нос в коробку
И шепчет через проволоку".

Так движется старый мир вперед. Иногда нам кажется, что это происходит медленно, но когда мы оглядываемся назад на несколько лет и видим, чего было достигнуто, кажется, что это было удивительно быстрое развитие.

Примерно пятьдесят лет назад профессор физики в одном из наших колледжей читал своему классу курс по электричеству. Электрический телеграф в то время был слишком малоизвестен, чтобы иметь большое значение в классе, поэтому в качестве стандартных экспериментов использовались электрическая машина трения и Лейденская банка. Однажды профессор за один час ознакомил свой класс с курсом электричества и в конце сказал: "Джентльмены, вы родились слишком поздно, чтобы стать свидетелями развития этой великой науки". Я часто задаюсь вопросом, позволено ли когда-нибудь доброму профессору приоткрыть завесу, отделяющую нас от великого запредельного, и взглянуть сверху вниз на наш суетный мир, в котором электричество играет такую важную роль в нашей повседневной жизни; и если да, то что он думает о той небольшой речи, которую он произнес перед мальчиками пятьдесят или более лет назад.

Если мы проанализируем историю науки об электричестве, то увидим, что она развивалась в последовательные эпохи, сокращаясь по мере приближения к нашему времени. В течение 2300 лет, от Фалеса до Франклина, прогресс был незначительным или вообще отсутствовал, если не считать дальнейшего развития явления электричества трения — самым важным изобретением было изобретение Лейденской банки. От Франклина до Вольты прошло сорок восемь лет, а от Вольты до Фарадея - около тридцати двух лет. С этого времени развитие пошло очень быстрыми темпами по сравнению с прежними временами. Вскоре после Фарадея Морзе, Генри, Уитстон и другие начали эксперименты, которые за пятьдесят или шестьдесят лет превратились в колоссальную систему электрических телеграфов, телефонов, электрических ламп и электрических железных дорог. В последние дни marvel сменила marvel такими быстрыми шагами, что едва успевают высохнуть чернила от описания одной из них, как наше внимание привлекает другая. Чем все это закончится, никто не знает, но в то, что это закончилось, никто не верит. Человеческий разум настолько привык к этим периодическим откровениям чудесного, что время от времени ему необходим стимул, иначе он страдает, как пьяница, лишенный своих чашек. Коммерческий инстинкт продавца новостей не замедляет увидеть ситуацию, и если развитие идет слишком медленно, чтобы удовлетворить общественный спрос, его плодовитый мозг восполняет недостаток. Так что каждые несколько дней мы слышим о каком-нибудь великом открытии, сделанном кем-то, кто, возможно, не имеет известности. Оно сослужило свою службу. Общественное сознание пережило свой ментальный подъем и было спасено от приступа интеллектуальной белой горячки, которой оно подвергалось из-за отсутствия привычных стимулов.

Дав вам очень краткий обзор истории электричества с древних времен до наших дней, мы попытаемся теперь дать вам элементарное представление об этой науке в ее нынешнем виде. Для обычного человека наука - это чистая страница. Обычному читателю, который достаточно умен в других вопросах, об этом известно так мало, что для объяснения чего-либо, чего мы не понимаем, необходимо только сказать, что это электрическое явление, и он принимает это. Электричество - это синоним всего, что мы не можем понять. Поскольку магнетизм так тесно связан с электричеством в его использовании в повседневной жизни, мы будем рассматривать эти две темы вместе, поскольку одна в значительной степени поможет объяснить другую. В нашей следующей главе мы рассмотрим историю магнетизма.

ГЛАВА III.

ИСТОРИЯ МАГНЕТИЗМА.

Говорят, что слово "магнетизм" происходит от имени греческого пастуха по имени Магнес, который однажды наблюдал на горе Ида притягательные свойства магнита при нанесении на свой железный пастуший посох. Более вероятно, что название произошло от Магнезии, страны в Лидии, где оно было впервые обнаружено. Его также называли Ляпис Гераклеус. Гераклея была столицей Магнезии. Магнит - это магнитная руда или оксид железа, находящийся в естественном состоянии и в какой-то момент в результате естественных процессов ставший магнитным, то есть получивший способность притягивать железо и, будучи взвешенным, указывать на Северный и Южный полюса. Сила природного магнита была известна в очень

ранний период истории человека. На нее ссылались Гомер, Пифагор и Аристотель. Плиний также говорит об этом и ссылается на некоего Динокареса, который рекомендовал Птолемею Филадельфу построить храм в Александрии и повесить в его склепе статую царицы с помощью притягивающей силы "магнитов". Есть также упоминание о статуе, подвешенной подобным образом в храме Сераписа в Александрии.

Утверждается, что китайцы знали и использовали магнитную стрелку в древнейшие времена и что путешественники по суше использовали эту иглу, подвешенную на веревочке, чтобы направлять себя в своих путешествиях по стране за тысячу лет до Рождества Христова. Несмотря на заявления китайцев и арабов об открытии использования магнитной стрелки, современные авторы задаются вопросом, были ли древние знакомы с какой-либо искусственной конструкцией магнитной стрелки, как бы тщательно они ни изучали и ни использовали магниты. Несомненно, магнит в его естественном состоянии использовался моряками для управления своими кораблями задолго до того, как был изобретен его искусственный аналог. В "Истории открытия Исландии" Аре Фроде, родившегося в 1068 году, утверждается, что мореплаватель по имени Фольке Гаденхален отплыл из Норвегии в поисках Исландии в 868 году и что он взял с собой трех воронов в качестве проводников, поскольку, по его словам, "в те времена у моряков в северных странах не было магнитов". Магнитная стрелка, применяемая к морскому компасу, была известна в одиннадцатом веке, что подтверждается различными авторами. В старинной французской поэме, рукопись которой сохранилась до сих пор, ясно упоминается морской компас. Автором был Гийо из Прованса, который был жив в 1181 году.

Как и электричество, магнетизм имел долгую историю, но до наших дней он использовался лишь в качестве компаса моряка. Легко видеть, каким важным фактором это было в науке навигации. Спустя долгое время после открытия стрелки компаса возникло множество запутанных проблем, и были выдвинуты всевозможные теории для объяснения различных явлений. Изменение стрелки было одной из таких проблем. Говорят, что Колумб был первым, кто открыл разновидность иглы, а также Америку. Однако это оспаривается, как и претензии любого человека. Как бы то ни было, Колумбу пришлось изобрести какую-нибудь правдоподобную теорию, объясняющую это изменение, чтобы предотвратить мятеж среди своей команды. Они были очень суеверны и думали, что плывут в новый мир, где законы природы отличаются от законов Испании. Одним из явлений, которое встревожило Колумба, было погружение иглы. Когда мы движемся в северном направлении, магнитная стрелка опускается, и именно наблюдение этого явления в разных широтах в конечном итоге привело к изобретению опускающейся стрелки. Хорошо известно, что один полюс магнитной стрелки указывает на север, а другой - на юг. Другими словами, то, что называется северным полюсом стрелки, указывает на один из магнитных полюсов Земли, который находится в направлении северного полюса, хотя и не совпадает с географическим полюсом. Погружная игла вращается вокруг оси так, что она может указывать на любое отклонение. Если мы сконструируем устройство, которое будет идеально сбалансировано, так чтобы до намагничивания лежало в идеально горизонтальном направлении, то после намагничивания оно будет опускаться — на этой широте — вниз к северу. Если мы продолжим двигаться на север, она будет продолжать опускаться вниз, пока мы не придем к истинному магнитному полюсу, когда то, что называется северным полюсом стрелки, будет указывать прямо вниз. Если мы вернемся к экватору, стрелка снова ляжет горизонтально. Мы называем конец стрелки, указывающий на север, северным полюсом. На самом деле это южный полюс, потому что разные полюса притягиваются друг к

другу. Если магнитные полюса Земли находятся на северном и южном географических полюсах, южный полюс стрелки будет указывать на север. Но менее запутанно называть конец стрелки, который указывает на север, северным полюсом. Номенклатура является чисто произвольной.

Только после того, как стало известно, что магниты могут быть изготовлены с помощью электричества, они приобрели коммерческое значение за пределами их использования в навигации. Появление электричества выдвинуло магнетизм на передний план как один из величайших факторов нашей современной цивилизации. И мы могли бы с такой же уверенностью сказать, что открытие магнетизма вывело электричество на передний план. Правда в том, что они зависят друг от друга. Электричество было бы лишено значительной части своего значения как фактора современной жизни, если бы не его связь с магнетизмом. Даже электрическое освещение было бы невозможно в коммерческих целях, если бы не та роль, которую магнетизм играет в производстве электроэнергии для этой цели. Это невозможно было бы успешно осуществить ни с какой батареей, кроме аккумуляторной, а аккумуляторная батарея зависит от динамо-машины, а динамо-машина - это магнитоэлектрическая машина. Когда мы приступаем к анализу взаимосвязи между магнетизмом и электричеством, мы не можем разделить их, не лишив каждое из них значительной части своей полезности. Это взаимозависимые силы.

Как и в случае с электричеством, существовало множество теорий, касающихся магнетизма. Один философ в старые времена объяснял колебания стрелки компаса теорией о том, что существуют два глобуса, один из которых вращается внутри другого, и что любое нарушение их нормального движения относительно друг друга влияет на стрелку. Очевидно, в те дни были чудачки так же, как и сейчас. Другая теория магнетизма заключалась в том, что существовали два флюида — северный и восточный, — один из которых развивал северную полярность, а другой - южную. В следующей главе будет обсуждаться природа магнетизма в свете современных исследований.

ГЛАВА IV.

ТЕОРИЯ И ПРИРОДА МАГНЕТИЗМА.

Железо и сталь обладают особым свойством, называемым магнетизмом. Это притяжение во многом отличается от притяжения сцепления или гравитации. Совершенно очевидно, что магнетизм является неотъемлемым свойством молекул железа и стали и, в небольшой степени, других форм материи. Иными словами, молекулы сами по себе являются маленькими естественными магнитами. Выяснять, почему они являются магнитами, так же нет необходимости, как и выяснять, почему молекулы всех обычных веществ обладают притяжением сцепления. Первое так же легко объяснить, как и другое. Люди всех эпох настаивали на том, чтобы делать из всех электрических и магнитных явлений большую тайну, чем из других природных сил. Теория Ампера заключается в том, что вокруг молекул протекают электрические токи, которые делают их магнитными; но так же легко предположить, что магнетизм является неотъемлемым качеством молекулы. (Слово "молекула" здесь используется для обозначения мельчайшей частицы железа.)

Эти маленькие молекулярные магниты, такие маленькие, что 100 000 миллионов миллионов миллионов из них можно поместить в кубический дюйм пространства, удовлетворяют своему притяжению, образуя маленькие молекулярные кольца с противоположными полюсами вместе, так что, когда железо находится в естественном или немагнитном состоянии, оно не притягивает другое железо. Если бы я взял кольцо из закаленной стали, разрезал его на две или более частей и намагнитил их, каждая из частей была бы независимым магнитом. Если теперь я сложу их вместе в виде кольца, они будут цепляться друг за друга за счет взаимного притяжения друг к другу. До того, как я собрал их в кольцо, каждая деталь притягивалась и прилипала к другим кускам железа или стали. Но как только они собраны вместе в кольцо, они удовлетворены своим собственным взаимным притяжением, и кольцо в целом не будет притягивать другие железяки.

Предположим, что кусочки, образующие кольцо — их может быть всего два, если вы выберете, — так же малы, как молекулы, которые мы описали, то же самое было бы верно и для них. Каждое молекулярное кольцо удовлетворяло бы своему магнитному притяжению и не притягивало бы другие молекулы за пределами своего собственного маленького круга. Когда железо находится в нейтральном состоянии, оно не будет в массе притягивать другой кусок железа, потому что миллионы маленьких естественных магнитов, из которых оно состоит, полностью обращают свою силу притяжения на себя.

Теперь, если мы сделаем спираль, или катушку, из изолированного провода, поместим в нее кусок железа и пропустим электрический ток через спираль, железо станет магнитом. Почему? Потому что электрический ток обладает способностью разрушать эти молекулярные магнитные кольца и поворачивать все их подобные полюса в одном направлении, так что их притяжение больше не удовлетворяется между собой, и совместными усилиями они выходят наружу и притягивают любой кусок железа, который находится в пределах досягаемости. В этом состоянии мы говорим, что оно намагничено. Большинство людей думают, что мы что-то вложили в железо, но это не так; мы только развили и активизировали присущую ему силу. Следует иметь в виду, что требуется сила, чтобы развить эту магнетическую силу из ее нейтрального состояния, и что что-то никогда не создается из ничего. Когда эта сила развита, она проделает работу по возвращению к своему естественному состоянию. Энергия присуща молекулам металла. Она просто проявляется в новом направлении. Миллионы маленьких природных магнитов были вынуждены объединить свое притяжение в одно целое и воздействовать им на что-то вне их самих. В этом состоянии они находятся под напряжением, подобно согнутому луку, и есть тенденция вернуться в естественное положение, и если это мягкое железо, а не сталь, они полетят обратно, как только исчезнет сила, которая разорвала их на части и удерживает их порознь. Эта мощность и есть электрический ток. Теперь отключите ток, и маленькие естественные магниты, которые были так безжалостно оторваны от своих домашних круговых насадок, снова отлетят к ним со скоростью молнии, и железный стержень в целом больше не будет магнитом. Способность становиться такой под действием электрического напряжения все еще присутствует в нем — только скрытая.

Тип магнита, который мы описывали, называется электромагнитом. Это магнит только до тех пор, пока вокруг него проходит электрический ток. Существует другой вид магнита, называемый постоянным магнитом, который остается магнитом после отключения тока. Постоянный магнит изготавливается из стали и закаляется; затем его полюса соединяются с полюсами мощного магнита, электрического или постоянного, когда его молекулярные кольца раздвигаются и

располагаются в поляризованном положении, как описано выше. Теперь уберите его от магнита, и окажется, что он сохранил свой магнетизм. Молекулы имеют тенденцию отлетать назад так же, как у мягкого железа, но они не могут этого сделать, потому что закаленная сталь намного более мелкозернистая, чем мягкое железо, и молекулы расположены так близко друг к другу, что удерживаются на месте за счет трения, которое называется коэрцитивной силой. Мягкое железо сравнительно свободно от этой принудительной силы, потому что его молекулы могут свободно перемещаться друг по другу, так что, когда их вырывают из их естественного положения, они отлетают назад под действием собственного притяжения, как только сила, удерживающая их друг от друга, исчезает. Молекулы закаленной стали не способны отлетать назад, хотя они имеют тенденцию делать это в той же степени, что и в железе, и поэтому ее называют постоянным магнитом. Ее молекулы также находятся под напряжением, подобно согнутому луку. (Форма такого магнита обычно имеет форму подковы, или U.)

Давайте воспользуемся простой иллюстрацией, которая может помочь нам понять. Пусть десять мальчиков изобразят молекулы в куске железа. Пусть они разделятся на пять пар, и каждый заключит свою пару в объятия; каждый, скажем, прикладывает усилие в десять фунтов, и потребуется усилие в двадцать фунтов, чтобы разнять любую из пар. Пять пар прилагают усилие в сто фунтов, но это усилие не ощущается вне их самих. Теперь пусть они расцепятся и возьмутся за веревку, привязанную к столбу, и все потянут с той же силой, которую они использовали, а именно, по десять фунтов каждый, и все потянут в одном направлении, и они приложат к столбу нагрузку в сто фунтов, ту же силу, которую они прилагали к самим себе, прежде чем объединить свои усилия на чем-то вне себя. Так и с магнитом. Пока сила каждой молекулы полностью расходуется на соседнюю, ничего не остается для внешнего использования. Но как только все они выстраиваются в линию и тянут одновременно в одном направлении, снаружи ощущается их объединенная сила. Аналогия, возможно, не идеальна, но она поможет вам составить мысленную картину того, что происходит с железом при его намагничивании.

Теперь мы описали магнит и присущую ему силу, заключенную в молекулярной структуре железа. Именно эта волшебная сила, дремлющая в его молекулах, и способность электрического тока пробуждать их к действию по желанию, удерживать их в действии и по желанию позволять им возвращаться в свое нормальное положение придают электричеству и магнетизму — сестрам-близнецам в хозяйстве природы — огромную ценность как слугам человека. Не было бы никакой пользы в том, чтобы поднимать груз, если бы он не мог опускаться и выполнять работу при падении. Простое натягивание лука никогда не заставит стрелу сбиться с курса; ее также необходимо выпустить. Магнит не смог бы выполнить ту огромную работу, которую он выполняет, если бы мы могли только зарядить его и не имели возможности разрядить. Без этой способности электродвигатель не вращался бы, электрический свет не горел бы, щелчка телеграфа не было бы слышно, телефон не разговаривал бы, телеавтограф не писал.

Я сказал, что постоянный магнит сохранит свой заряд после однократного намагничивания. Это верно только в определенном смысле и при благоприятных условиях. Если он сделан из лучшей стали для этой цели, закален и отпущен надлежащим образом, он сохранит свой заряд, если ему дать что-то сделать. Если кусок железа поместить поперек его полюсов, он также становится магнитом, и его молекулы вращаются и работают в гармонии с молекулами основного магнита. Эти магнитные силовые линии проходят по кругу. Еще до того, как железо,

или "хранитель", как его еще называют, надето на его полюса, существуют силовые линии, протягивающиеся через воздух или эфир от одного полюса к другому. (Описание эфира см. В главе V.) Это называется "полем" магнита, и когда железо помещается в это поле, силовые линии проходят через него по замкнутому контуру, и если "хранитель" достаточно велик, чтобы позаботиться обо всех силовых линиях в поле, магнит не будет притягивать другие тела, потому что его притяжение удовлетворено, подобно его прототипу в молекулярном кольце, описанном выше.

Мы говорим о силовых линиях не потому, что сила обязательно проявляется в пучке линий, а как об удобном способе определения напряженности магнитного поля. Практический предел намагниченности мягкого железа (называемый насыщением) составляет 18 000 линий на квадратный сантиметр. Пока мы даем нашему магниту какое-то занятие в меру его возможностей, он будет сохранять свою мощность. Мы можем изготовить из него другие магниты, тысячи, да, миллионы, и он не только не потеряет своей мощности, но, возможно, станет еще сильнее после проделанной работы. Однако, если мы оставим его без "хранителя" и не дадим ему ничего делать, он постепенно вернется в свое естественное состояние в домашнем кругу молекулярных колец. Мало-помалу коэрцитивная сила преодолевается постоянным стремлением молекулы вернуться на свое естественное место среди своих собратьев.

Магнит дает много прекрасных уроков, как, впрочем, и все явления природы. Каждый человек обладает внутри себя скрытой силой, которую нужно только пробудить и направить правильным образом, чтобы дать почувствовать свое влияние на окружающих. Подобно магниту, человек, который использует свою силу, чтобы помогать своим собратьям в меру своих возможностей, не только стал благодетелем для своей расы, но и сам стал сильнее и лучше благодаря тому, что сделал это. Но, опять же, подобно магниту, если он позволяет этим данным Богом силам лежать неподвижно и ржаветь из-за отсутствия законного использования, он постепенно теряет ту силу, которая у него была, и становится просто движущейся вещью, не имеющей влияния или применения в мире, в котором он прозябает. Но давайте оставим философию и вернемся к науке.

Одно из поразительных проявлений магнетизма находится в земле. Земля сама по себе является великим магнитом, и есть веские основания полагать, что это электромагнит огромной мощности. Магнитные полюса земли не совсем совпадают с географическими полюсами, и они не являются постоянными. Происходит постепенное отклонение, но поскольку оно следует определенному закону, моряки могут точно сказать, каким должно быть отклонение в определенное время. Магнитный полюс совершает оборот вокруг полярной оси Земли примерно раз в 320 лет. Тепловой ток (производимый теплом) электричества, по-видимому, течет вокруг земли, вызванный неравномерностями температуры на поверхности земли, когда солнце совершает свой ежедневный оборот. Эти земные токи временами меняются, и поводом являются другие явления. Это будет обсуждаться, когда мы перейдем к электрическим бурям.

Значение земного магнетизма больше всего проявляется в науке навигации. Магнитная стрелка - это всего лишь тонкий постоянный магнит, подвешенный очень изящно, и когда он не находится под местным воздействием, он указывает на север и юг вдоль магнитной оси. Закон его действия можно объяснить следующим образом: Возьмите прямой стержневой магнит довольно хорошей мощности и подвесьте над ним магнитную стрелку. Стрелка расположится

параллельно стержневому магниту. Северный полюс стрелки будет направлен в сторону южного полюса стержневого магнита. В присутствии магнита земля не воздействует на стрелку, но она поддается воздействию превосходящей силы. Однако, если стержневой магнит убрать с пути иглы, он немедленно переместится на север и юг. Конечно, если магнитная ось земли изменится, стрелка будет меняться вместе с ней. Это изменение единообразно и в навигации сведено к науке, так что моряк знает, насколько сильно следует учитывать это изменение. Предполагалось, что Колумб, как упоминалось ранее, первым заметил это изменение, и оно доставило ему неприятности. Он не знал, как это объяснить, и поскольку его команда считала, что законы природы меняются из-за того, что они находятся так далеко от дома, он увидел необходимость в каком-то объяснении. Итак, как храбрый человек, которым он был, он разработал теорию, которая удовлетворила команду, и хотя в свете последних лет девятнадцатого века она была сомнительной, на практике она работала достаточно хорошо, чтобы послужить его цели.

Мы уже говорили, что земля была большим магнитом и что, вероятно, это был электромагнит, вызванный земными токами, циркулирующими по земному шару. Вы хотите знать, как земля может быть магнитом, если у нее нет железного сердечника, подобного электромагниту. Магнетизм или магнитные силовые линии могут развиваться без присутствия железа. Когда мы пропускаем электрический ток по проводу, магнитные силовые линии расходятся под прямым углом к направлению тока. Это будет полностью объяснено далее. Если мы намотаем проволоку в катушку или спираль, эти магнитные линии будут сконцентрированы. Если теперь мы подвесим эту спираль или, лучше, пустим ее в плавание по воде так, чтобы она могла свободно двигаться, и пропустим через нее электрический ток, спираль расположится к северу и югу так же, как магнитная стрелка. Его притягательные свойства слабы по сравнению с притягательными свойствами железа, но оно подчиняется законам магнита. Земля, вероятно, является магнитом такого рода, состоящим в основном из силовых линий.

Однако железо в земле подвергается магнитному воздействию, о чем у нас есть свидетельства в магнитном поле. Земля также обладает способностью намагничивать железо с помощью своего магнитного поля, которое тянется силовыми линиями от полюса к полюсу, подобно линиям искусственного магнита. Если мы подержим железный брусок на одной линии с магнитной осью земли и окунем его на одной линии с погружной иглой, а затем нанесем несколько ударов по его концу, то обнаружится, что он слабо намагничен. Удары частично ослабили молекулы, и в тот момент, когда они расцепились, магнетизм земли через свои силовые линии на некоторое время захватил их и немного сдвинул с их естественного положения — поскольку они находятся в состоянии покоя. Своеобразный изменяющийся свет, который мы иногда видим на северном небе, называемый Северным сиянием, косвенно обусловлен интенсивными магнитными силовыми линиями, которые исходят от северного магнитного полюса Земли. Эти силовые линии способны заставить разреженные молекулы воздуха слабо раскаляться, придавая им вид, который мы видим в трубке, представляющей собой частичный вакуум, когда через нее пропускают электричество. Хотя эти полярные сияния можно наблюдать практически в любую ночь на крайнем севере, они сильно различаются по своей интенсивности, поэтому в умеренных широтах они видны лишь изредка.

Время от времени происходят так называемые магнитные бури, и в такие моменты телеграфная связь на всех восточных и западных линиях иногда бывает парализована на много часов. Сильные земные течения будут течь на восток и запад и будут такими мощными и

непостоянными, что иногда будет невозможно воспользоваться телеграфом. Иногда случается, что операторы могут отключить свои батареи и работать только от тока заземления. Иногда для использования телеграфа необходимо сделать полную металлическую цепь, чтобы уйти от влияния земли. В телеграфных проводах иногда вырабатывались токи, равные силе 2000 элементов обычной аккумуляторной батареи. Это, конечно, лишь малая часть того, что проходит через землю под проводом, по которому протекал ток. 17 и 18 ноября 1882 года произошла магнитная буря, распространившаяся по всему земному шару, поскольку она ощущалась везде, где проходили телеграфные провода. Эти магнитные бури сопровождаются яркими проявлениями полярного сияния, и этот факт укрепляет теорию о том, что земля является большим электромагнитом; ибо чем сильнее электрический ток, тем мощнее должен быть магнетизм, и это подтверждается действием магнитной стрелки в такие моменты. Чем сильнее магнит, тем интенсивнее будут силовые линии и, естественно, тем интенсивнее свет, если действительно эти силовые линии являются причиной света. Очевидно, между ними существует какая-то тесная связь.

Другое совпадение заключается в том, что во время этих штормов наблюдается необычное проявление солнечных пятен. Эти солнечные пятна кажутся огромными дырами, проделанными в фотосфере солнца. Фотосфера - это огромное светящееся тело из газообразной материи, которое, как полагают, окутывает солнце, так что мы не видим ядра солнца, если только не смотрим в одно из этих пятен. Очевидно, каким-то образом солнце воздействует на землю, излучая магнитные силовые линии, которые прерываются вращением земли и, таким образом, создают электрические токи. Солнце - это полевой магнит, а земля - вращающийся якорь великой динамо-электрической машины природы. Может показаться, что лучистая энергия, которая выходит через эти пятна или эти отверстия в оболочке Солнца, более мощна для развития земных токов, чем обычные лучи; и поэтому, когда на короткое время во время обращения земли вокруг Солнца эти сверхсильные лучи ударяют в землю, вырабатывается необычная энергия, и следствием этого являются эти необычные явления. Эти явления, по-видимому, происходят периодически; с интервалом в несколько лет (около одиннадцати).

Таким образом, все силы и явления природы находятся в состоянии беспокойства. И именно этому беспокойству, которое не ограничивается видимыми вещами, но пронизывает даже атомы материи по всей вселенной, мы обязаны способностью продолжать всю жизнедеятельность и самой жизнью. Ибо всеобщее спокойствие означало бы всеобщую смерть. Циклон и торнадо, которые опустошают и наводят ужас на целый регион, являются всего лишь причудами природы, когда она наводит порядок в своем доме. Игра природных сил нарушила ее равновесие, и она всего лишь прилагает усилия, чтобы восстановить его.

ГЛАВА V.

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

В серии глав о теплоте (том II) и в главе о магнетизме слово "молекула" часто использовалось как синоним атома. В химии проводится различие, и поскольку мы можем лучше объяснить теорию, по крайней мере, электричества, помня об этом различии, мы обратимся к нему здесь.

Было заявлено, что существует от шестидесяти до семидесяти элементарных веществ. Элементарное вещество не может быть разрушено как таковое. Оно может соединяться с другими элементами и образовывать химические соединения почти бесконечного разнообразия. Мельчайшая частица элементарного вещества называется в химии атомом. Мельчайшая частица сложного вещества называется молекулой. Атом - это единица элемента, а молекула - единица соединения как такового. Из этого следует, что существует столько же различных видов атомов, сколько существует элементов, и столько же различных видов молекул, сколько существует соединений. Если элементы имеют молекулярную структуру, то два или более атомов одного и того же вида должны объединяться, образуя молекулу элементарного вещества. Два атома водорода соединяются с одним атомом кислорода, образуя одну молекулу воды. Он не может существовать как вода в меньшем количестве. Если мы разделим его, он больше не будет существовать как вода, а как исходные газы, из которых он был составлен.

В серии статей о звуке, тепле и Свете мы показали, что все они являются формами движения. Звук передается продольными волнами через воздух и другие материальные субстанции в виде вибрации. Тепло - это движение элементарных частиц или атомов материи, а Свет - это движение светоносного эфира, передаваемого поперечными волнами. Электричество, несомненно, также является способом движения, особым образом связанным с атомами проводника.

Обратите внимание, что существует разница между проводимостью и излучением. Первый передает энергию путем передачи движения от атома к атому или молекулы к молекуле внутри тела, в то время как второй делает это посредством вибрации эфира снаружи — в виде света, лучистого тепла и электромагнитных силовых линий.

В интересах тех лиц, кто не читал объем. II, где природа эфира обсуждается несколько, давайте назовем его здесь, так как он играет важную роль в объяснении электрических явлений. Эфир - разреженная и высокоэластичная субстанция, заполняющая все межзвездное и межатомное пространство. Он обладает немногими качествами обычной материи. Он непрерывен и не имеет молекулярной структуры. Он не оказывает ощутимого сопротивления, и самые мелкозернистые вещества обычной материи более открыты для эфира, чем крупное сито для тончайшей муки. Она заполняет все пространство и, подобно вечности, не имеет границ. Некоторые физики предполагают — и в этом предположении есть много правдоподобия, — что эфир - это единственная субстанция, из которой происходят все формы материи. Что атомы материи представляют собой вихри или маленькие водовороты в эфире; и что жесткость и другие качества материи возникают в эфире в результате различных степеней или видов движения.

Электричество - это не жидкость и не какая-либо форма материальной субстанции, а форма энергии. Энергия выражается по-разному, и, хотя как энергия это одно и то же, мы называем ее по—разному - тепловой энергией, химической энергией, электрической энергией и так далее. Все они будут выполнять работу, и в этом отношении похожи. Одной из трудностей в объяснении электрических явлений является терминология, которой перегружена наука. Все старые названия были приняты, когда электричество рассматривалось как жидкость, отсюда и слово "ток". О нем говорят как о "текущем", когда оно течет не больше, чем свет.

Если человек хочет написать трактат об электричестве — помимо простых явлений и приложений — и хочет сделать из этого большую книгу, ему лучше рассказать о том, чего он об этом не знает, поскольку таким образом он может составить том практически любого размера. Но если он хочет рассказать, что это на самом деле, и что он на самом деле знает, что это такое, буква будет достаточно. Вот что мы знаем — это одно из многих проявлений энергии.

Химия учит, что тепло напрямую связано с атомами вещества. Атомы разных веществ сильно различаются по весу. Например, атом водорода является единицей атомного веса, потому что он самый легкий из всех. Если принять за единицу атом водорода, то в круглых числах атом железа весит столько же, сколько 56 атомов водорода, медь - чуть больше 63, серебро - 108, золото - 197. Тепло воздействует на материю в зависимости от количества атомов в данном пространстве, а не от ее веса. Зная относительные веса атомов различных названных металлов, можно было бы определить по весу размеры различных кусков металла таким образом, чтобы они содержали равное количество атомов. Если мы возьмем куски железа, меди, серебра и золота, каждый такого веса, что все куски будут содержать одинаковое количество атомов, и подвергнем их нагреванию до тех пор, пока все они не нагреются до одинаковой температуры, то окажется, что все они поглотили практически одинаковое количество тепла, невзирая на разный вес вещества. Можно заметить, что кусок серебра, например, должен весить почти вдвое больше железа, чтобы содержать такое же количество атомов, но он будет поглощать такое же количество тепла, как кусок железа, содержащий такое же количество атомов, если оба они нагреты до одинаковой температуры. Ввиду вышеизложенного факта представляется, что тепло особенно воздействует на атомы вещества и является своеобразной формой атомного движения. Тепло - это один из видов движения атомов, в то время как электричество может быть другой формой того же движения. Эти два движения могут осуществляться вместе. Земля движется составным образом. Он вращается вокруг своей оси один раз в двадцать четыре часа, а также вокруг солнца один раз в год. Итак, вы видите, что существуют различные виды движений, которые могут быть переданы одному и тому же телу, и все они приводят к разным результатам.

Движение отдельного атома в виде тепла может быть и является таким же быстрым, как сам свет, когда температура достаточно высока, но оно не распространяется по проводнику так быстро, как это происходит при электроатомном движении. Если мы приложим тепло к концу металлического стержня, оно будет медленно перемещаться вдоль стержня. Но если мы сделаем стержень проводником электричества, он будет перемещаться от атома к атому со скоростью, близкой к скорости светового луча в эфире. Некоторые современные авторы пытались объяснить все явления электричества как происходящие из определенной игры сил, воздействующих на эфир, и нет сомнения, что эфир играет важную роль во всех электрических явлениях как среда, через которую передается энергия; но эфирные волны, приводимые в движение электрическим возбуждением обычной материи, являются электричеством не в

большей степени, чем эфирные волны, создаваемые солнцем в холодных областях космоса, являются теплом. Они становятся теплом только тогда, когда соприкасаются с материей. Тепло, *как таковое*, начинается и заканчивается в материи; так (я полагаю) происходит и с электричеством.

Пусть вас не обескураживают эти слабые попытки объяснить теорию электричества. Все, что я вообще надеюсь сделать, это утвердить в ваших умах эту фундаментальную мысль, а именно, что на самом деле существует только одна Энергия, и что она всегда выражается в той или иной форме движения или способности создавать движение. Движения различаются и, следовательно, называются по-разному.

Если бы я привел во вращение наждачный круг и прижал к нему кусок стали, кусок стали бы нагреваться, и раскаленные частицы разлетелись бы, создавая великолепный фейерверк. Выделившееся тепло является мерой механической энергии, которую я использовал против наждачного круга. Теперь давайте заменим наждачный круг другим кругом того же размера, изготовленным из вулканизированной резины, стекла или смолы. Я настроил его на вращение с той же скоростью, и теперь вместо куска стали я прижимаю к колесу шелковый носовой платок или кошачью шкурку с той же силой, с какой прижимал сталь. Если теперь я предоставлю лейденскую банку и несколько точек для сбора электричества, которое будет произведено (вместо тепла, выделяемого в другом случае), то окажется, что энергия, вырабатываемая в одном случае, точно уравнивает энергию в другом, если бы все это было собрано и пущено в работу. Электричество, хранящееся в банке, находится в состоянии напряжения, подобно согнутому луку, и при первой возможности отдастся с силой, соизмеримой со временем, в течение которого оно накапливалось, и количеством энергии, затраченной на нажатие на колесо.

Если теперь я соединю две руки, одну с внутренней, а другую с внешней стороны банки, эта накопленная энергия ударит в меня с силой, равной всей энергии, которую я ранее израсходовал, прижимая колесо, за вычетом потери тепла. Если бы я делал это достаточно долго, эта электрическая пружина была бы заведена до такого напряжения, что отдача уничтожила бы жизнь, если бы кто-то встал на пути ее разряда. Если бы все тепло в первом случае было собрано и направлено на изгиб жесткой пружины, и человек должен был бы встать у нее на пути при отпуске, эта механическая пружина ударила бы с той же силой, что и электрическая пружина при разряде лейденской банки. Это утверждение предполагает, что вся энергия во втором эксперименте хранилась в банке в виде электричества. Вы сможете увидеть из приведенной выше иллюстрации, что тепло, электрическая энергия и механическая энергия на самом деле одно и то же. Тогда вы спрашиваете, чем они отличаются? Просто в своих феноменах — своих внешних проявлениях.

Хотя есть многое, чего мы не можем знать ни о одном из явлений природы, это большой шаг вперед, если мы сможем установить тесную взаимосвязь между ними. Это помогает освободить электричество от многих причуд, которые существуют в умах большинства людей относительно него; причуд, которые в невежественных умах приравниваются к суеверию. Хотя он обладает чудесными способностями, они наделяют его качествами, которыми он не обладает. Не так давно любимым заголовком рекламы медицинского электрика был "Электричество - это жизнь", и было обычным делом видеть, как уличные торговцы раздают эту "жизнь" в шокирующих количествах невинным людям — на десять центов за столько же секунд.

Наука делит электричество на два вида — статическое и динамическое. Статическое происходит от греческого слова, означающего стоять, и относится к электричеству как к постоянному заряду. Динамический происходит от греческого слова, означающего силу, и относится к электричеству в движении. Когда Франклин проводил свой знаменитый эксперимент с воздушным змеем, электричество спускалось по бечевке, и от ключа на конце бечевки он хранил его в лейденской банке. Пока электричество двигалось вниз по струне, оно было динамичным, но как только его поместили в лейденскую банку, оно стало статичным. Текущее электричество динамично. Замкнутая телеграфная цепь заряжается динамически, в то время как первичный проводник электрической машины трения заряжается статически. Это различие произвольно и в некотором смысле является неправильным. Когда мы натираем кусок твердой резины кошачьей шкуркой, он статически заряжается, потому что эти вещества называются непроводниками, и заряд не может быть легко отведен. Все вещества делятся на два класса, а именно: проводники или неэлектрики, и непроводники или электрики, чаще называемые диэлектриками. Это, однако, относительные термины, поскольку ни одно вещество не является ни совершенным проводником, ни совершенным непроводником.

Металлы, начиная с серебра как наилучшего, являются проводниками. Эбонит, парафин, шеллак и т.д. Являются изоляторами или очень плохими проводниками. Лучшие проводники оказывают некоторое сопротивление прохождению тока, а лучшие изоляторы в некоторой степени проводят ток. Если мы проведем сравнение электрических проводников, то обнаружим, что металлы, которые лучше всего проводят тепло, также лучше всего проводят электричество. Это, как мне кажется, является подтверждением атомной теории электричества в той мере, в какой она что-либо значит. Если такой хороший проводник, как серебро, подвергнуть сильному охлаждению, поместив его в жидкий воздух, его проводимость значительно увеличивается. Хорошо известно, что нагрев проводника обычно снижает его способность проводить электричество. Это показывает, что для того, чтобы электрическое движение атома могло иметь свободный ход, тепловое движение должно быть подавлено.

ГЛАВА VI.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТОКИ.

Простейшая форма электрической машины - это та, в которой оператор играет заметную роль в процессе производства. Электричество, как и магнетизм, работает по замкнутой цепи, даже когда оно так называемое статическое. Возьмите, скажем, в левую руку палочку сургуча, а правой натрите ее кусочком меха или шелка, и вы получите простейшую электрическую машину — ту, которая была известна древним и с которой началась наука, какой бы великой она ни была сегодня. Палочка сургуча - это один элемент батареи, а кусочек меха или шелка - другой, в то время как ваши руки и туловище образуют проводник, соединяющий два полюса, а трение является возбуждающим фактором и, можно сказать, заменяет жидкость в батарее. Электрические условия не являются полностью статичными, поскольку медленный ток проходит по вашим рукам и телу от одного полюса к другому. Даже если бы условия были полностью статичными, существовали бы поляризованные силовые линии в состоянии напряжения, идущие по замкнутому контуру.

Если мы натрем воском мех, а затем уберем его, воск обладает электрическим зарядом и будет притягивать легкие предметы. Если бы мы потеряли кусок металла или какой-нибудь хороший проводник, он бы нагрелся, а не наэлектризовался. В обоих случаях были затронуты частицы веществ, и если атомная теория верна — а это кажется правдоподобным, — то в первом случае атомы частично приводятся в электрическое движение, а частично в состояние электрического напряжения, которое мы называем статическим (постоянным) электричеством; в то время как во втором случае атомы приводятся в особое движение, которое принадлежит теплу. Первое мы называем электричеством, а второе - теплом. Электроатомное движение при некоторых обстоятельствах легко превращается в тепло, которое, по-видимому, присуще всем формам энергии. Электрический свет является результатом этой тенденции. Все непроводники, или электрические элементы, имеют сложную молекулярную структуру, и, хотя их атомы при трении подвергаются электростатическому напряжению, они не способны легко реагировать как проводники динамического электричества. Нить накаливания в лампе накаливания является гораздо более плохим проводником, чем медный провод, который ведет к ней. Медная проволока легко реагирует на электрическое воздействие, а углеродная нить накала - нет. Таким образом, электрическое воздействие, которое свободно проходит по проводу, встречает сопротивление и превращается в тепловое воздействие в нити накала, а свет является источником сильного нагрева. Но вернемся к источникам электроэнергии.

Электрические машины трения были сконструированы в большом разнообразии. Однако все они охватывают основные моменты, изложенные в эксперименте с сургучом, и их было бы трудно описать без разрезов. Давайте, поэтому, рассмотрим другой источник электричества, который был результатом открытия Гальвани (или, скорее, его жены) и доведен Вольтой до конкретной формы. Мы имеем в виду гальваническую или вольтовую батарею. Если мы поместим брусок цинка в стеклянный сосуд и нальем в него серную кислоту и воду, произойдет кипение и выделение газообразного водорода, а энергия будет выделяться в виде тепла, так что жидкость и стеклянный сосуд нагреются. Теперь давайте поместим в стекло медный брусок или палочку углерода, но так, чтобы они не соприкасались с цинком; соединим концы (которые не погружены) двух элементов — меди и цинка — металлической проволокой или любым другим проводником, и установим новые условия. Тепло больше не выделяется в прежней степени, но большая часть энергии приобретает электрический характер, и в цепи, которая теперь сформировалась, происходит электрическая цепочка действий. Если взять цинк за отправную точку, то так называемый ток течет от цинка через жидкость к меди, а от меди через проволоку к цинку.

Цепь поляризованного атомарного действия является Established в цепи, похожие на замкнутых магнитных силовых линий, только последнее является статическим, в то время как первое является динамической.

Вы спрашиваете, в чем разница? Что ж, задать вопрос гораздо проще, чем ответить на него. Вы помните, что в главе о магнетизме говорилось, что молекулы магнита - это маленькие естественные магниты, и что их притяжение удовлетворяется внутри них самих; что когда их локальные соединения разрушаются и все их одинаковые полюса поворачиваются в одном направлении, они могут воздействовать на другие куски железа вне магнита. Снаружи и между полюсами есть магнитные силовые линии, идущие от одного полюса к другому. Если мы поместим кусок железа поперек полюсов, эти силовые линии соберутся и пройдут через железо. Это чисто статическое состояние. Давайте вернемся к элементу питания. Когда

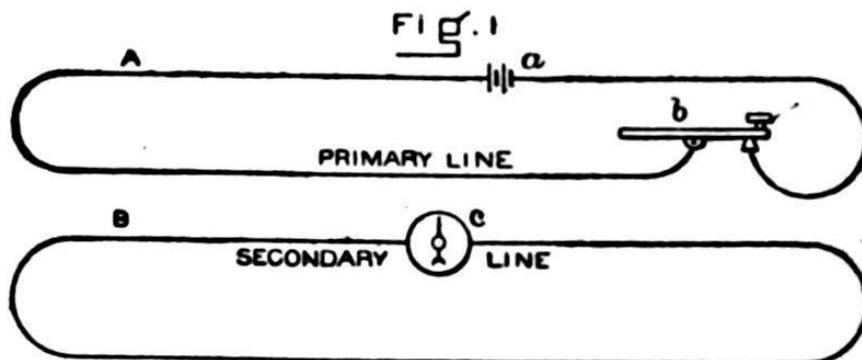
элементы установлены на место (медь, подкисленная вода и цинк), а два провода, прикрепленные к двум металлам, которые являются двумя полюсами батареи, еще не подключены, в этих двух проводах возникает состояние, которого не было до заливки подкисленной воды, хотя цепь еще не установлена. Если мы проверим два провода, то обнаружим разницу потенциалов — так сказать, состояние напряжения, — которого не было до того, как кислота подействовала на цинк и высвободила накопленную энергию. Он находится в статическом состоянии, подобно магниту, и электрические силовые линии отходят от обоих проводов, так что эфир находится в состоянии напряжения между двумя полюсами. Молекулы воздуха могут принимать в нем участие, но мы должны ввести эфир как субстанцию, потому что практически те же условия существовали бы, если бы два провода находились в вакууме. Если теперь мы соединим два провода, мы установим металлическую цепь между двумя полюсами батареи, статические условия будут устранены, силовые линии соберутся в провод, и возникнет явление, которое мы называем током, и мы получим динамическое, или движущееся электричество.

Установив так называемый электрический ток, мы теперь попытаемся показать вам, что на самом деле никакого тока нет. Идея течения включает в себя идею текучей субстанции, текущей из одной точки в другую. Когда ты был мальчиком, ты никогда не ставил кирпичи в ряд с торцов, достаточно далеко друг от друга, чтобы, если ты перевернешь один из них, они все упадут один за другим? Теперь представьте ряды молекул или атомов, и в вашем воображении они могут быть расположены подобно кирпичикам, так что на них последовательно воздействуют друг на друга со скоростью, которая сродни скорости световых волн, и вы сможете представить, как движение может передаваться от конца к концу провода длиной в сотни миль за малую долю секунды, и по проводу не передается никакая материальная субстанция— только энергия. Мы не хотим сказать, что ряд кирпичей точно иллюстрирует режим молекулярного или атомного движения, происходящего в проводнике. Мы имеем в виду, что каким-то образом движение передается от атома к атому.

Чтобы дать вам лучшее представление об электрическом токе, давайте вернемся от гальванического элемента к электрической машине. Если оба полюса машины присоединить к стержням, заканчивающимся круглыми ручками, мы можем привести машину в действие и поддерживать постоянный поток разрушительных разрядов, которые, если их частота достаточно велика, будут выполнять функцию тока, и мы получим динамическое электричество от статической машины; когда кислота гальванической батареи разрушает молекулу цинка, энергия высвобождается, и в батарее мы имеем то, что соответствует разрушительному разряду бесконечно малых размеров. Этот разряд был бы немедленно преобразован в тепловую энергию, если бы медный элемент не был включен в батарею, но в нынешнем виде он запечатлевается на атомном "кирпичике" рядом с ним, который устанавливает цепочку движения атомов по всей цепи. Это может представлять собой, с вашего позволения, силовую электрическую линию. Но поскольку одновременно происходят тысячи таких разрушительных разрядов, устанавливается множество различных силовых линий. Вы не должны представлять себе эти цепочки атомов просто брошенными вниз, как кирпичи, и оставленными лежать там, но что атом активен; что он обладает способностью снова подниматься за бесконечно короткое время и снова сбивается с ног (следуя иллюстрации с кирпичами) следующим разрядом вдоль своей линии или цепочки атомов.

Если бы вы могли представить себе это действие в уме, вы бы увидели, что весь проводник находится в самом бурном состоянии атомного движения особого рода. В то же время часть этого электрического движения преобразуется в тепловое движение атомов, и, в конце концов, все это возвращается в тепло, если только часть его не накапливается где-то в виде потенциальной энергии. Если ток привел в действие двигатель, который привел в действие груз, в грузе накапливается деталь, которая способна выполнять работу, если ей дать разрядиться. Если он приводит в движение механизмы при их остановке, механическое движение является выражением накопленной энергии. Когда груз опустится, энергия будет представлена теплом, создаваемым трением шеек колес и шкивов и нагревом воздуха. Если позволить весу внезапно упасть, это в некоторой степени нагреет воздух, но в основном нагреется земля и сам вес. Если источник энергии (батарея) велик, а давление высокое, а проводник слишком мал, чтобы передавать вырабатываемую в батарее энергию в виде электричества, выделяется тепло, а если тепло достаточно интенсивное, то и свет.

Мы видели (Т. II), что тепловое движение, когда оно достигает достаточно высокой скорости, приводит эфир в колебательное движение, которое мы называем светом. Однако это вибрационное движение эфира начинается задолго до того, как оно достигает стадии свечения; другими словами, существуют темные лучи эфира. Мы обнаруживаем, что электроатомные движения проводника обладают способностью воздействовать на эфир.



A is the primary line; a, the battery; b, the key. B is the secondary line in which is placed the galvanometer c.

Рис. 1.

A - основная линия; a - аккумулятор; b - ключ. B - вторичная линия, в которую помещен гальванометр c.

Давайте попробуем провести другой эксперимент, чтобы показать, что это не только так, но и что впечатленный эфир может передавать эти впечатления еще одному проводнику. Предположим, мы протягиваем два параллельных провода, скажем, на полмили или любое другое расстояние, всего в нескольких футах друг от друга, и делаем из каждого замкнутый контур, закругляя конец трассы и возвращая провод в исходную точку (как показано на рис. 1). Включите в одну из этих цепей аккумулятор и автоматический выключатель (обычный телеграфный ключ), а в другую цепь гальванометр (прибор для определения наличия и измерения интенсивности гальванического тока с помощью циферблата и отклоняющей стрелки или указателя). Теперь, если мы прикоснемся к клавише и замкнем цепь в точке A, стрелка гальванометра в точке B качнется в одном направлении от нуля на циферблате; а если мы отпустим ключ, разрывая цепь в точке A, стрелка снова качнется в противоположном

направлении. Ни в том, ни в другом случае стрелка не останется отклоненной, а сразу же вернется к нулю.

Это показывает, что, когда току батареи позволили замкнуть цепь через провод А, замкнув его ключом, в проводе В мгновенно почувствовалось электрическое воздействие, хотя между ними не было никакой материальной связи, кроме воздуха, который не является проводником.

Ток во втором контуре называется индуцированным током. Почему именно этот ток? Согласно одной теории, когда мы замыкаем первичный контур, окружающий эфир переходит в особое состояние напряжения, которое мы назовем магнитными или электрическими силовыми линиями. Когда эфирная волна ударяет по второму проводу, происходит молекулярное движение из состояния покоя в состояние статического напряжения. В течение того времени, когда молекулы перемещаются из нормального положения в напряженное совместно с эфиром, мы имеем состояние динамического тока, которое длится всего мгновение. Это состояние напряжения продолжается до тех пор, пока цепь не разомкнется (разрыв провода), когда все электрические силовые линии исчезнут и молекулярное напряжение второго провода ослабнет, и мы снова на мгновение получим условия для тока противоположной полярности, и стрелка будет качаться в противоположном направлении, потому что молекулы или атомы, возвращаясь в естественное состояние, переместились в противоположном направлении.

Возвращаясь к [рис. 1](#), давайте подробнее изучим явления при других условиях. В нашей первой схеме (А) есть аккумулятор и автоматический выключатель, который представляет собой обычный телеграфный ключ. Теперь замкните ключ, чтобы был установлен ток. (Помните, что "ток" - это всего лишь название состояния динамического заряда.) Поместите кусок мягкого железа поперек провода под прямым углом к направлению провода, если, конечно, он будет находиться под прямым углом к направлению тока, и вы обнаружите, что утюг более или менее намагничен, в зависимости от силы тока, проходящего по проводу. Если мы намотаем несколько витков изолированного провода, по которому проходит ток, вокруг железа, то магнетизм увеличится. На практике существует определенное количество витков и провод определенного размера, которые дадут наилучшие результаты при заданном количестве элементов батареи (или заданном напряжении или давлении), работая в замкнутой цепи заданного сопротивления. Все эти вопросы математически проработаны во многих стандартных книгах по этому предмету. Целью этих бесед является не математическое развитие науки, а изложение фундаментальных физических фактов и применений электричества.

При вышеуказанных условиях в мягком железном стержне развивается магнетизм. Если мы откроем ключ, ток прекратится и магнетизм исчезнет, то есть молекулы вернутся в свое нейтральное положение под действием собственного притяжения, как было описано в предыдущей главе. Магнетизм, развитый таким образом, называется электромагнетизмом. (См. Главу IV.) Если мы используем кусок закаленной стали вместо мягкого железа, он станет магнитным и останется таким после размыкания цепи, потому что естественная тенденция молекул возвращаться в нейтральное положение недостаточно велика, чтобы преодолеть коэрцитивную силу, или молекулярное трение, закаленной стали, как также было описано в предыдущей главе. Чтобы сделать лучший электромагнит, нам нужны свойства железа, прямо противоположные свойствам постоянного магнита. Для первого нам нужно чистейшее мягкое железо, хорошо отожженное (нагретое до красноты и медленно охлажденное, что делает его менее хрупким), чтобы его молекулы могли свободно вращаться; в то время как для второго нам

нужна закаленная сталь, чтобы, когда молекулы однажды придут в магнитное состояние, они не могли сами по себе вернуться в нейтральное состояние. Большая ценность электромагнита заключается в его способности легко разряжаться или возвращаться в нейтральное состояние при отключении тока.

Давайте теперь вернемся к началу нашего эксперимента. Когда мы закрыли ключ и пустили ток по проводу, мы обнаружили, что кусок железа, удерживаемый под прямым углом к проводу, хотя и не касался его, стал магнитным. Мы уже говорили, что когда цепь была разомкнута, а батарея находилась в цепи, в эфире между двумя полюсами батареи возникали электрические силовые линии, и что они собирались в проводящий провод, когда цепь замыкалась. Теперь мы обнаруживаем, что существуют другие силовые линии иной природы, устанавливающиеся в эфире, когда цепь замкнута. Их мы называем магнитными силовыми линиями, или магнитным полем заряженного провода, и они установлены под прямым углом к направлению тока. Эти магнитные силовые линии, действующие через эфир от электрически заряженного проводника, способны разрушать естественные молекулярные магнитные кольца, упомянутые в главе IV, и поворачивать все их одинаковые полюса в одном направлении, образуя таким образом один составной магнит из железа, который в нейтральном состоянии состоял из миллионов маленьких естественных магнитов, притяжение которых удовлетворялось соединением их непохожих полюсов.

Большинство авторов объясняют все явления наведенных токов во втором проводе как исходящие непосредственно от этих магнитных силовых линий, возникающих при замыкании цепи.

Вот и вся теория, основанная на наборе фактов, которые делают теорию правдоподобной. Если она вам не нравится, предложите нам что-нибудь получше. Если это верно, автор не претендует на признание; это просто компиляция предположений из многих источников, включая его собственный опыт. Мы просто ищем правду. Человек, искренне ищущий научную истину, не может позволить себе проводить свои исследования с каким-либо предубеждением в пользу одной теории больше, чем в пользу другой, если только факты не подтверждают его, и тогда он действует не исходя из предубеждения, а руководствуясь фактами. Многие люди делают из своих теорий домашних любимцев; они привязываются к ним, как к своим детям; и они смотрят на человека, который разрушает их представлением фактов, как на врага. Когда-то я знал женщину, которая так привязалась к своему семейному врачу, что, по ее словам, предпочла бы умереть под его лечением, если это необходимо, чем быть вылеченной любым другим врачом. Есть много людей, которые проникнуты такого рода духом не только в научных, но и в религиозных вопросах. Такие люди не из тех, кто вносит свой вклад в мировой прогресс, а являются помехами, которые необходимо преодолеть.

ГЛАВА VII.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ.

Из источников электричества мы упомянули два: трение и Гальванизм, или химическое воздействие. Существуют сотни разновидностей последнего вида устройств для выработки электрической энергии, поэтому мы упомянем лишь несколько наиболее известных из них. В наши намерения не входит углубляться в химию аккумуляторов. Слишком много исчерпывающих работ на эту тему лежит на полках библиотек, которые доступны всем. Все гальванические батареи действуют по одному общему принципу — выработке электричества путем химического воздействия кислоты на металлические пластины; но химический состав их действия сильно отличается. Во всех батареях потенциальная энергия одного элемента больше, чем у другого. Кислота в батарее растворяет элемент с большим потенциалом, и его энергия высвобождается и при правильных условиях принимает форму электричества. Потенциал цинка, например, больше, чем у меди, и мера этой разницы называется "электродвижущей силой", единицей измерения которой является "вольт". Электродвижущая сила - это другое название давления, символом которого является $\mathcal{E}$.М.Ф.

Если бы мы поместили две цинковые пластины в аккумуляторную жидкость и соединили их обычным способом, электричество не выделялось бы (при условии, что они были совершенно однородными), потому что они оба имеют одинаковый потенциал или одинаковое возможное количество накопленной электрической энергии, измеряемое их рабочей мощностью. Если бы одна из цинковых пластин была мягче другой, возникал бы слабый ток, поскольку кислоты легче воздействовали бы на одну из них, чем на другую. Батарея, которая чаще всего использовалась в Америке для телеграфных целей, называется гравитационной батареей. Он изготавливается путем помещения медной пластины той или иной формы на дно банки, обычно стеклянной, и заполнения ее частично кристаллами сульфата меди, обычно называемого "голубым камнем". Цинк, обычно отлитый в какой-либо открытой форме, чтобы подвергнуть большую поверхность воздействию раствора, подвешивается в верхней части банки, которую затем наполняют водой до тех пор, пока она не покроет цинк. Цинк является положительным металлом, но его называют отрицательным полюсом. Энергия, вырабатываемая цинком, переходит от цинка к меди и выходит по цепи от медного полюса. Поэтому медь стали называть положительным полюсом, хотя по отношению к цинку она отрицательна. Однако медь была бы положительной по отношению к какому-либо другому металлу, потенциал которого был бы меньше. Итак, вы видите, что металлы относительны, а не абсолютны, по своему характеру как положительные, так и отрицательные элементы.

Гальваническая батарея была почти полностью заменена в этой стране для телеграфных целей динамо-машиной, вырабатывающей электрический ток за счет механической энергии. Другая форма аккумулятора, которая широко используется для некоторых видов работы с большим током, называется аккумуляторной батареей. Человеком, который, возможно, больше всего приложил усилий для доведения аккумуляторной батареи до ее нынешнего совершенного состояния, был француз Планте, умерший совсем недавно. Хотя было разработано очень много типов аккумуляторов, было обнаружено, что, в конце концов, линии, на которых он их разработал, создают наиболее эффективную батарею. Существует распространенное мнение, что электричество накапливается в аккумуляторной батарее. Запасается энергия, которая при высвобождении будет вырабатывать электричество, точно так же, как энергия хранится в цинке.

Аккумуляторная батарея, готовая к работе, представляет собой одну из форм кислоты или первичной батареи. Это было сделано путем пропускания через него электрического тока до тех пор, пока химические соотношения двух свинцовых пластин не изменились таким образом, что потенциал одной из них стал больше, чем у другой. Элемент простой аккумуляторной батареи состоит из двух свинцовых пластин, удерживаемых вне контакта друг с другом каким-либо изолирующим веществом, таким же, как элементы обычной батареи. Ячейка заполнена разбавленной серной кислотой, и электрического воздействия не будет до тех пор, пока ячейка не будет заряжена путем пропускания через нее электрического тока и образования оксида свинца на одной пластине. Теперь снимите заряжающийся аккумулятор и соедините два полюса, и электричество будет поступать до тех пор, пока оксид частично не превратится обратно в губчатый металлический свинец, после чего его необходимо будет обновить путем подзарядки.

Я прекрасно помню первую гальваническую батарею, которую я когда-либо видел, потому что она была моей собственной конструкции. Прошло уже почти пятьдесят лет, а кажется, что это было только вчера — таков бег времени. В другой главе я рассказал вам, как я сделал вольтову батарею — или сваю, как ее называли, — разрезав мамин котел и цинковую плиту, а также о домашнем инциденте, который последовал за этим. Что ж, немного позже я изготовил настоящую гальваническую батарею следующим образом: я жил за городом, далеко от большого города, и мои возможности были крайне ограничены, так что я проводил свои научные исследования с большими трудностями. Моим единственным учебником была "Философия старого Комстока". В книге была грубая копия регистра Морзе и краткое описание его конструкции, включая батарейку. Я решил изготовить регистратор, что и сделал. Весь он был сделан из дерева, за исключением магнита, его якоря и наконечника для тиснения, который был сделан из конца гвоздя. Вещью, которая казалась недостижимой, был электромагнит. У меня не было денег, и не было никого, кто верил бы, что я смогу это сделать, а если бы и смог, "что хорошего из этого вышло бы?" Я подружился с кузнецом, отгоняя мух от лошади, пока он прибавал подковы, и "раздувая мехи", а иногда используя для него "сани". Когда я решил, что обязательство накопило достаточное "напряжение" (чтобы выразить это электрически) Я сообщил кузнецу о ситуации и о том, чего я хочу.

Добродушный старикан не заставил себя долго ждать, согнув U-образный магнит из мягкого железа и выковав якорь. Следующим шагом было намотать U-образный магнит изолированным проводом. Единственная вещь, которую я когда-либо видел в подобном роде, была железная проволока под названием "шляпка", обмотанная хлопчатобумажной нитью. Этого, однако, не было под рукой, поэтому я взял кусок латунной проволоки для звонка и намотал на нее полоски хлопчатобумажной ткани для изоляции - и таким образом завершил магнит.

Теперь все было готово, кроме аккумулятора. Я приступил к его изготовлению с чувством, почти похожим на благоговейный трепет, поскольку не мог поверить, что он будет работать так, как описано в книге. Я купил у бакалейщика банку из-под конфет и нашел несколько кусочков листового цинка и меди. Когда я был готов к приготовлению раствора, я скатал их в рыхлые спирали и поместил одну внутри другой так, чтобы они не соприкасались. Аптекарь доверил мне полфунта "синего купороса", и я положил его в свой аккумулятор и залил водой. Я подождал некоторое время, пока он растворится, а затем включил свой магнит в цепь, когда — к моему изумлению и радости — он поднял фунт или больше. Это был большой триумф. С тех пор у меня никогда не было ничего, что приносило бы мне такое же удовлетворение. Но мой триумф

принадлежал только мне. Я был все тем же "лудильщиком" (имя, которое я носил долгое время) и досадной помехой, которую приходилось терпеть, но не поощрять.

Динамо-машина - это разновидность генератора, которая в настоящее время широко используется там, где требуются большие электрические токи. Автор книги "Современные машины" мистер Джон А. Грайер метко описал это как то, что в состоянии "покоя представляет собой безжизненную деталь механизма; в действии оно обладает живым духом, таким же загадочным, как душа человека". Это поэтический способ описания, который передает уму ощущение силы и красоты естественного закона в действии, которое не могло бы возникнуть из простого изложения холодных научных фактов. Факты, однако, необходимы, но давайте извлекать из них всю поэзию и все практические уроки, которые мы можем извлечь по ходу дела; ибо именно это сочетание поэтического с практическим придает очарование нашей повседневной "рутинной работе" и облегчает бремя многих утомительных часов.

Динамо-машина - это машина, преобразующая механическую энергию в электрическую, и большая практическая ценность энергии в этой форме заключается в том, что ее можно экономично распределять по проводнику на многие мили. Мы можем передавать механическую энергию с помощью троса на ограниченное расстояние, но с огромными потерями из-за трения. Мы можем передавать энергию по трубам с помощью сжатого воздуха или пара, но при этом возникают большие потери, особенно в случае пара, из-за конденсации на холоде. Ни один из этих методов не доступен на больших расстояниях. Другим преимуществом электричества перед другими видами энергии является скорость, с которой оно может передаваться из одного места в другое. В этом отношении у него нет конкурентов, кроме света. Но мы не смогли использовать свет и сделать его доступным для перевозки грузов или новостей, за исключением последнего случая на короткие расстояния, когда он мигает согласованными сигналами.

Гелиостат можно использовать, когда светит солнце, для передачи новостей с помощью вспышек солнечного света, разделенных на азбуку Морзе и перебрасываемых из точки в точку движущимся зеркалом. Но это ограничено расстоянием; кроме того, солнце светит не всегда. В этом отношении у него есть недостаток, присущий старому семафорному телеграфу, который использовался во времена Веллингтона. Эти семафоры были сконструированы различными способами, но общей формой были движущиеся рычаги, которые можно было видеть от холма к холму или от точки к точке. С помощью кода движущихся сигналов новости повторялись из пункта в пункт, и можно легко представить, что произошло много ошибок, не говоря уже о времени, которое потребовалось на повторение. Когда произошла битва при Ватерлоо — так гласит история - новости были отправлены в Англию с помощью семафорного телеграфа. Депеша гласила: "Веллингтон побежден—" В этом месте сообщения поднялся густой туман, который держался три дня, так что больше никаких новостей отправить или получить не удалось. На сегодняшнем телеграфном языке линия была "оборвана". В течение трех долгих дней весь Лондон пребывал в глубоком трауре, когда, наконец, рассеялся туман, который восстановил телеграфную линию, и была получена основная депеша — "Французы при Ватерлоо". Скорбь сменилась ликованием, и с тех пор англичане радуются всякий раз, когда думают о Веллингтоне или Ватерлоо.

Но вернемся к динамо-машине. Название динамо - это сокращение от динамо-электрическая машина. Машина для производства динамического электричества. Существует множество

форм динамо-машины, как и в эволюции каждой важной машины, и их будет еще много. Но фундаментальный, лежащий в основе всех них принцип содержится в эксперименте, проведенном Фарадеем. Фарадей взял мягкий железный "хранитель" постоянного магнита, намотал на него изолированный провод и соединил два конца провода вплотную друг к другу. Теперь он поместил держатель с намотанным на него проводом поперек полюсов постоянного магнита и внезапно отдернул его, заметив, как между концами проводов пробежала искра. Это происходило как при приближении к столбам, так и при их забирании. Он обнаружил, что токи были кратковременными и возникали в момент приближения или спада, и что токи, возникающие при приближении, были противоположной полярности тем, которые возникали при спаде. Когда "хранитель" надевался на полюса магнита, он намагничивался, разрушая свои молекулярные кольца, и все полюса маленьких естественных магнитов поворачивались в одном направлении. В течение того времени, пока молекулы хранителя меняются, они находятся в динамическом или движущемся состоянии. Благодаря какому-то таинственному действию эфира между железом и обернутой вокруг него проволокой в проволоке происходит соответствующее молекулярное действие, которое является динамичным только на мгновение, и в этот момент мы наблюдаем явление электрического тока. Когда магнит и мягкое железо разделены, это молекулярное состояние напряжения снимается, и молекулы как железа, так и намотанной на него проволоки возвращаются в нормальное состояние, и в процессе возврата мы получаем динамическое или движущееся состояние, приводящее к возникновению тока, только в противоположном направлении. (См. Главу VI.)

Теперь установите постоянный магнит в рамку и закрепите мягкое железо с накрученной на него проволокой (которая в данной форме представляет собой электромагнит) на вращающемся рычаге и закрепите его на рычаге таким образом, чтобы его концы приближались к полюсам постоянного магнита, но не касались их. Теперь вращайте рычаг, и каждый раз, когда электромагнит или фиксатор приближается к постоянному магниту, в проводе движущегося электромагнита на мгновение будет возникать ток одной полярности. Когда он находится напротив полюсов, он достиг максимального заряда и теперь, проходя дальше, разряжается, и в проводе возникает ток противоположной полярности. Чем быстрее мы вращаем рычаг, тем большее напряжение (электрическое давление) будет иметь вырабатываемый им ток.

Всем будет ясно, что мы могли бы сделать электромагнит неподвижным и вращать постоянный магнит и получить тот же результат. Если бы постоянный магнит был достаточно сильным, а электромагнит подходящего размера с точки зрения железа, обмоток и т.д., и мы вращали рычаг с достаточной скоростью, мы могли бы получить переменный электрический ток, который производил бы электрический свет. Я не приводил и не могу здесь представить вам конструкцию современной динамо-машины переменного тока. Я просто описал простейшую форму динамо-машины, и все они работают на фундаментальном принципе постоянного магнитного поля и электромагнита, движущихся в определенном отношении друг к другу. Поле может вращаться или электромагнит может вращаться, в зависимости от того, что наиболее удобно сконструировать. Возбуждающий магнит может быть постоянным магнитом или электромагнитом, который становится постоянным во время работы динамо-машины за счет того, что часть тока, генерируемого машиной, направляется через катушку, окружающую мягкое железо; или ток возбуждения может поступать от внешнего источника. Именно такой полевой магнит повсеместно используется для работы динамо-машины, поскольку таким образом вырабатывается гораздо более сильный магнетизм, чем можно получить от любой системы постоянных стальных магнитов.

Обычная конструкция состоит в том, чтобы иметь стационарный полевой магнит, а затем серию электромагнитов, установленных и вращающихся на валу в центре магнитного поля. Вращающаяся часть называется якорем и намотана изолированным проводом таким образом, что в обмотках якоря создаются последовательные индуцированные токи, которые разряжаются через щетки, которые опираются на вращающиеся сегменты, которые соединяются с обмотками якоря. Эти индуцированные токи сменяют друг друга с такой скоростью, что на практике составляют постоянный ток. Однако отдельные пульсации легко слышны в любом телефоне, когда цепь находится рядом с цепью динамо-машины. Ток динамо-машины далеко не так стабилен, как ток аккумулятора, хотя и то, и другое, вероятно, состоит из отдельных разрядов. В динамо происходит разряд каждый раз, когда электромагнит якоря пересекает силовые линии магнитного поля, а в гальванической батарее - каждый раз, когда распадается молекула и высвобождается ее небольшая доля энергии. В динамо—машине пульсации расположены на таком расстоянии друг от друга, что создают музыкальный тон не очень высокой высоты, но в гальванической батарее для того, чтобы услышать высоту тона, если таковая имеется, потребовалось бы специальное ухо, настроенное, возможно, на частоту легкой вибрации.

Существует два типа динамо-машин: одна генерирует постоянный, а другая - переменный ток. (Под переменным мы подразумеваем сначала положительный, а затем отрицательный импульс тока.) Мы не можем вдаваться в техническое описание динамо-машины в таком популярном трактате, как этот.

Динамо-машина эволюционировала из зародыша, открытого Фарадеем, и сегодня представляет собой машину, конструкция которой требует высочайшего инженерного мастерства. В действии он кажется великим живым существом, рассеивающим свою энергию во всех направлениях таким образом, что это одновременно чудо и благословение для человечества. Но мы не должны отдавать всю должное динамо-машине. Как луна светит отраженным светом, так и динамо-машина вырабатывает энергию за счет мощности, переданной ей паровой машиной, которая ее вращает, и паровой двигатель обязан своей жизнью горящему углю, а горящий уголь всего лишь отдает энергию, которая была накоплена много веков назад благодаря магии солнечного луча; и солнце...? Что ж, мы приближаемся к границам теологии, и, будучи всего лишь учеными, нам лучше остановиться на солнце.

Существует еще один способ выработки электроэнергии, помимо тех, которые мы называли; это трение, химическое воздействие и магнитоэлектрический способ генерации тока. Электричество может вырабатываться за счет тепла. Если мы соединим бруски сурьмы и висмута вместе и подадим тепло на стык металлов, а затем подсоединим свободные концы двух брусков к гальванометру, он покажет ток. Эти пары можно умножить и таким образом увеличить напряжение или давление и, конечно же, увеличить ток, если предположить, что в цепи есть сопротивление, которое необходимо преодолеть. Если бы в цепи не было абсолютно никакого сопротивления — условия, которого мы никогда не находим, — не было бы никакого преимущества в последовательном добавлении элементов.

Вещества различаются по своему сопротивлению прохождению электричества — чем меньше сопротивление, тем лучше проводник. Немецкий электрик Г. С. Ом (1789-1854) исследовал это и выдвинул закон, на котором основана единица измерения сопротивлений, и эта единица носит его имя и называется "ом".

Любые два металла, имеющие разность потенциалов, будут давать явления термоэлектричества. Обычно используются сурьма и висмут, имеющие большую разницу потенциалов. Тепловые токи используются главным образом для определения незначительных перепадов температур. Устройство, называемое термоэлектрической трубкой, было сконструировано из большого количества пар стержней из сурьмы и висмута. Этот прибор в сочетании с гальванометром представляет собой наиболее тонкое средство определения незначительных изменений температуры. Если одна поверхность термопары подвергается воздействию температуры, превышающей ее собственную, игла будет двигаться в одном направлении; если температура ниже ее собственной, игла будет отклоняться в противоположном направлении. Если обе поверхности сваи одновременно подвергаются одинаковым перепадам температуры, то, конечно, никаких электрических проявлений не произойдет.

Земля, несомненно, представляет собой огромную тепловую батарею, которая поддерживается в рабочем состоянии постоянными изменениями температуры, происходящими на поверхности земли, вызванными ее вращением вокруг своей оси каждые двадцать четыре часа. Солнце, конечно, в какой-то момент нагревает землю, которая в других точках охлаждается, вызывая постоянное изменение потенциала между различными точками. Если мы нагреем металлическое кольцо в одной точке, вокруг него потечет электрический ток — особенно если оно сделано из двух разнородных металлов — до тех пор, пока тепло не будет равномерно распределено по всему кольцу.

Несколько лет назад, когда Почтово-телеграфная компания впервые начала курсировать между Нью-Йорком и Чикаго, автор статьи в течение некоторого времени дважды в день проводил наблюдения за температурой и направлением земного тока. Первые два сконструированных провода давали сопротивление всего в два Ома на милю, что облегчало эксперименты. Я обнаружил, что почти в каждом случае ток протекал от точки с более высокой температурой к точке с более низкой. Если бы температура в Нью-Йорке на момент наблюдений была выше, чем в Чикаго, течение текло бы на запад, и если бы условия были иными, течение также изменилось бы на противоположное.

ГЛАВА VIII.

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

У природы есть другой способ выработки электроэнергии, называемый атмосферным. Нормальные условия потенциальной связи между землей и верхними слоями атмосферы, по-видимому, заключаются в том, что атмосфера наэлектризована положительно, а земля - отрицательно. Эти условия меняются, по-видимому, в силу местных причин, на короткие периоды во время штормов. Каким-то образом солнечные лучи обладают способностью прямо или косвенно придавать капелькам влаги в воздухе потенциал, отличный от потенциала земли.

В ясную погоду мы находим воздух вблизи земли в нейтральном состоянии, но по мере подъема он постепенно приобретает положительный заряд; так что верхний воздух и земля заряжены

противоположно, как две стенки лейденской банки или две створки конденсатора. Это состояние усиливается и локализуется, когда грозовая туча проходит над землей. Шарики влаги были заряжены потенциальной энергией под действием солнечных лучей, когда происходило испарение; но в этом состоянии энергия не является ни теплом, ни электричеством, а состоянием напряжения, подобным согнутому луку или натянутой пружине. Когда эти шарики влаги конденсируются в капли воды, потенциальная энергия высвобождается и становится активной либо в виде тепла, либо в виде электричества. Облако собирает энергию в конденсированную форму, и когда напряжение становится слишком большим, происходит разряд между облаком и землей или от одного облака к другому, что в определенной степени выравнивает энергию.

В большинстве случаев гром и молния - это всего лишь разряд от облака к облаку с неодинаковым зарядом. Это не снимает напряжение между землей и облаком, но распределяет его по большей площади. Причина этой постоянной электрической разницы между землей и верхними слоями атмосферы до конца не изучена, за исключением того, что в первую очередь это влияние солнечных лучей. Испарение может играть и, вероятно, действительно играет определенную роль, и те же причины, которые вызывают полярное сияние, могут каким-то образом способствовать тому же результату. Испарение не всегда происходит на поверхности Земли. Облачные образования могут испаряться в верхних слоях воздуха в невидимые шарики влаги и заряжаться при этом потенциальной энергией. Если мы поднимемся на высокую гору при благоприятных условиях, мы сможем стать свидетелями эффекта электрического заряда или напряжения между верхними областями атмосферы и землей, а также тенденции к выравниванию потенциалов между облаками и землей. Часто волосы у человека встают дыбом не от испуга, а от электричества, проходящего из верхних слоев на землю. Когда напряжение очень велико, может быть слышен громкий шипящий звук, подобный множеству музыкальных тонов не очень хорошего качества, и отовсюду, даже с кончиков ваших пальцев, можно увидеть тонкое электрическое излучение. Гром обычно не такой громкий на высоких горах по двум причинам— первая - из-за разреженности воздуха, но главная причина в том, что гора действует как огромный громоотвод и постепенно разряжает облака или атмосферу, поскольку часто подобные явления могут происходить при ясном небе.

Я помню, как был на вершине так называемого хребта Москито, между Альмой и Лидвиллом в Колорадо, во время прохождения грозового дождя. Сильного грома не было, но слышалась постоянная стрельба из щелкающих звуков, сопровождаемая не очень интенсивными вспышками. Я мог чувствовать удары, но не болезненно. Часть времени я витал в облаках и на какое-то время стал настоящим громоотводом. После того, как облако прошло, оно поползло вниз по склону горы, словно цепляясь за нее, все время обстреливая ее маленькими электрическими ракетами. После того, как облако покинуло гору и прошло над долиной, я услышал громкий гром, потому что заряда, так сказать, должно было накопиться довольно большое количество, прежде чем он мог разрядиться. Эти сильные разряды, когда облако находится на некотором расстоянии от земли, были бы опасны для жизни, в то время как легкие, когда облако соприкасается с землей, нет.

Эти грозовые разряды вызывают множество чудесных и разрушительных последствий, и каждый год по этой причине гибнет много людей. Я не думаю, что возможно постоянно быть настороже, но многие жизни напрасно теряются либо из-за невежества, либо по беспечности. Хотя существует справедливое предубеждение против громоотводов обычной конструкции,

защитить свой дом и его обитателей от разрушительного воздействия молнии так же возможно, как и от дождя. Если бы, например, мы жили в металлических домах, которые имели идеальный контакт со всех сторон с влажной землей, или, что еще лучше, с водопроводной трубой, которая имела большой поверхностный контакт с землей, молния никогда бы не повредила дому или обитателям. В таком случае вы просто переносите поверхность земли на крышу вашего дома, говоря электрическим языком, и там происходит нейтрализация на случай, если в дом ударит молния. Дом, отапливаемый горячей водой, можно легко сделать молниезащищенным, проведя небольшие работы в верхней и нижней частях системы отопления. Весь тяжелый металл дома должен быть частью громоотвода. На дымоходах должны быть установлены балки, и если есть металлическая крыша, их следует соединить с ней. Затем соедините крышу стержнями с нескольких точек с землей. Вот где большинство стержней выходят из строя. Заземления недостаточно. Земля - плохой проводник, и мы должны компенсировать это, соприкасаясь с ней большой металлической поверхностью. Лучше всего соединить стержень с водопроводной трубой, если таковая имеется, и соединить его с металлом, проходящим по всему дому на уровне дна погреба, потому что иногда происходит ход вверх, и вы никогда не сможете сказать, где он поднимается. Если у вас есть система отопления, она должна быть тщательно заземлена, а верхняя труба соединена со стержнями на дымоходах. Эти стержни не обязательно изолировать, как это обычно делается.

Если вы находитесь на улице во время грозы, никогда не забирайтесь под дерево, но если вы находитесь в двадцати или тридцати футах от него, это может спасти вам жизнь, потому что, если он подойдет достаточно близко, чтобы ударить вас, он, вероятно, предпочтет дерево. Он ищет землю по самому легкому проходу. Маслобойня и амбар - опасные места, если в одном есть масло, а другое заполнено сеном и зерном. Поднимается столб газа, который действует как проводник для молнии. Конечно, если сарай должным образом защищен прутьями, он будет в безопасности. Иногда облако заряжено настолько сильно, что молния обрушивается лавиной, и в таком случае стержни должны обладать большой мощностью и располагаться близко друг к другу, чтобы полностью защитить здание.

Существует популярное мнение, что жезлы притягивают молнию и увеличивают урон, а не что-либо иное. Это ошибка. Очки будут бесшумно отводить электричество от заряженного тела. Можно было бы защитить район любого размера таким образом, чтобы в пределах его границ никогда не был слышен гром, если бы мы установили достаточное количество стержней и запустили их достаточно высоко в воздух. Точки — если бы они были достаточно близко друг к другу — бесшумно отводили бы электричество из облака так же быстро, как оно образуется, и, таким образом, эффективно предотвращали бы любой разрушительный разряд.

ГЛАВА IX.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

Дав краткий обзор некоторых источников электроэнергии, давайте теперь перейдем к описанию некоторых практических применений, для которых она используется, и в то же время опишем работу используемых приборов. Однако, прежде чем продолжить, мы должны

рассказать, как измеряется электричество. У нас есть фунты для измерения веса, футы и дюймы для линейного измерения, пинты, quartы, галлоны, порции и бушели для измерения жидкости и сухого вещества, а также ом, вольт, ампер и ампер-часы для измерения электроэнергии.

Когда электрический ток протекает по проводнику, проводник более или менее сопротивляется его протеканию в зависимости от качества и размера проводника. Серебро и медь являются хорошими проводниками. Серебро лучше меди. Если считать серебро 100, то меди будет всего 73. Если у нас есть миля серебряной проволоки и миля железной проволоки и мы хотим, чтобы железная проволока пропускала столько же электричества, сколько серебряная, и имела одинаковую батарею для обеих, нам придется сделать железную проволоку более чем в семь раз больше. То есть площадь поперечного сечения железной проволоки должна быть более чем в семь раз больше площади серебряной проволоки. Но если мы хотим сохранить оба провода одинакового размера и при этом пропускать через каждый одинаковый ток, мы должны увеличить давление в батарее, соединенной железной проволокой. Мы измеряем это давление с помощью единицы, называемой "вольт", названной в честь Вольты, изобретателя гальванической батареи. Вольт - это единица измерения давления или электродвижущей силы. (Во всех этих случаях "единицей измерения" является определенная величина — например, сопротивление, электродвижущая сила и т.д., — установленная в качестве стандарта для измерения других величин того же рода.)

Железная проволока оказывает сопротивление прохождению тока примерно в семь раз большее, чем серебряная. Для иллюстрации на примере давления воды: если бы у нас было два столба воды и отверстие в нижней части каждого столба, одно из которых в семь раз больше другого, вода вытекала бы намного быстрее из большего отверстия, если бы столбы были одинаковой высоты. Теперь, если мы будем удерживать колонну с большим отверстием на фиксированной высоте, через нее будет проходить определенное количество воды в секунду. Если мы увеличим высоту колонны с маленьким отверстием, то через некоторое время достигнем точки, когда через маленькое отверстие будет проходить столько же воды в секунду, сколько через большое отверстие. Этот результат был достигнут за счет увеличения давления. Итак, мы можем добиться аналогичного результата при пропускании электричества по железной проволоке с той же скоростью, с какой оно протекает по серебряной проволоке того же размера, путем увеличения давления или электродвижущей мощности; и это называется увеличением напряжения.

Качество железной проволоки, препятствующее протеканию по ней того же количества тока, что и по серебру, называется ее сопротивлением. Единица сопротивления, как упоминалось в предыдущей главе, называется ом, и чем больше Ом в проводе по сравнению с другим, тем больше вольт мы должны подать в батарею, чтобы получить тот же ток.

Единица измерения тока называется "ампер", названная в честь французского электрика А. М. Ампера (1789-1836).

Теперь перейдем к практическому применению этих единиц измерения. Вольт - это потенциал или давление одного элемента батареи, называемого стандартным элементом, изготовленным определенным образом. Электродвижущая сила одного элемента батареи Daniell составляет около одного вольта. Один ом - это сопротивление, оказываемое при прохождении тока напряжением в один вольт столбиком ртути диаметром один миллиметр и длиной 106,3 сантиметра. Обычный железный телеграфный провод измеряет примерно тринадцать Ом на

миллю. Теперь подключите нашу стандартную ячейку — один вольт — через сопротивление в один Ом, и мы получим ток в один ампер. Единичная электродвижущая сила (вольт) через единичное сопротивление (ом) дает единицу тока (ампер). Я не собираюсь рассматривать предмет математически, но я дам вам простую формулу для определения величины тока, если вы знаете сопротивление и напряжение. Электродвижущая сила, деленная на сопротивление, дает ток. $C = E / R$ или ток (ампер) равен электродвижущей силе (вольт), деленной на сопротивление (Ом).

Но еще дальше: один ампер тока при напряжении в один вольт развивает мощность в один ватт, что равно 1/746 лошадиной силы. (Ватт назван в честь Джеймса Ватта, шотландского изобретателя паровой машины — 1786-1813). Другими словами, 746 Ватт равны одной лошадиной силе. Умножая вольты и амперы вместе, мы получаем ватты.

Если мы хотим передавать только небольшой ток на большие расстояния, нам не нужно использовать большие ячейки, но их должно быть много. Мы увеличиваем давление или напряжение, увеличивая количество последовательно установленных элементов. Если у нас есть провод заданной длины и сопротивления и мы обнаружим, что нам нужно 100 вольт, чтобы пропустить через него нужное количество или силу тока, а электродвижущая сила используемых нами элементов равна одному вольту каждый, то потребуется 100 элементов. Если у нас есть батарея, которая имеет электромагнитное сопротивление в два вольта на элемент, как у аккумуляторной батареи, то пятьдесят элементов ответили бы. Если мы хотим получить очень сильный ток большого объема, так сказать, для электрического освещения или питания, и используем гальваническую батарею, нам нужны элементы с большой поверхностью и меньшим сопротивлением как внутри, так и снаружи элементов.

Когда используются динамо-машины, они сконструированы таким образом, что заданное количество оборотов в минуту дает нужное напряжение. Фактически, динамо-машина должна быть сконструирована с учетом величины тока, который должен подаваться через данное сопротивление. То же самое справедливо и для динамо-машины, и для гальванической батареи. Если какой-то один фактор фиксирован, мы должны адаптировать к нему остальные, чтобы получить желаемый результат. Существует много других единиц измерения, но их приведение здесь только запутает читателя. Продвинутого студента отсылают к учебникам.

Учитывая это в качестве предварительного, мы готовы перейти к применению электричества, которое для большинства людей будет более интересным, чем то, что было сделано раньше.

ГЛАВА X.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФ.

В 1617 году Страда, итальянский иезуит, предложил передавать новости по телеграфу без проводов с помощью двух симпатизирующих игл, сделанных из магнита, настолько сбалансированных, что при вращении одной другой она поворачивалась вместе с ней. На

каждой стрелке должен был быть циферблат с нанесенными на него буквами. Это было бы очень хорошо, если бы только работало, но оно не было основано ни на одном известном законе природы.

В течение восемнадцатого века разными людьми было предпринято множество попыток телеграфирования с помощью электричества. Примерно в 1748 году Франклину удалось поджечь спирт с помощью провода, протянутого через реку Шайлкилл, используя, как и все другие экспериментаторы, электричество трения. В 1753 году в журнал Scott's Magazine было написано анонимное письмо с описанием метода, с помощью которого стало возможным общаться на расстоянии с помощью электричества. Автор предложил использовать проволоку для каждой буквы алфавита, которая на приемном конце должна заканчиваться пробковыми шариками, а под шариками должны быть полоски бумаги, соответствующие буквам алфавита. Сообщение должно было быть отправлено путем разряда статического электричества по проводу, соответствующему первой букве слова, когда бумага будет притянута к пробковому шарiku и прочитана наблюдателем. Затем провод, соответствующий второй букве слова, должен был быть заряжен аналогичным образом, и так далее, пока не будет изложено все сообщение целиком. Это было первое практическое (то есть возможное) предложение относительно телеграфа. Автор также предложил натянуть провода на изоляторы, что было большим достижением по сравнению с другими попытками.

Сообщение было анонимным, поскольку, без сомнения, автор, как и многие другие, опасался насмешек своих соседей. Требуется огромное моральное мужество, чтобы предстать перед миром и открыто отстаивать какую-то новую теорию, которая никогда раньше никому не встречалась в опыте. Сейчас это требует многого, но тогда требовалось еще больше, потому что в те дни человека поджарили бы за то, за что в наши дни его поджарили бы. Простые люди во все века выступали против инноваций, но без инноваций не было бы никакого прогресса. Все когда-нибудь случается в первый раз. Говорят, что Галилей был вынужден на коленях отказаться от какой-то выдвинутой им теории о движении земли и ее связи с солнцем и другими небесными телами. Несмотря на это опровержение, зерно мысли, посеянное Галилеем, пустило корни в других умах, что привело к триумфу научной истины над религиозным фанатизмом.

У писателя из журнала Scott's Magazine не было возможности воплотить свои идеи в жизнь, поэтому слава изобретения досталась другим. Такие люди, как этот неизвестный писатель, сделаны из более тонкого материала, и они стоят в одиночестве на переднем крае прогресса. Они и вполнину так не боятся пуль врага, как насмешек друга. Большая часть их работы выполняется тихо и незаметно, и когда что-то действительно важное разрабатывается теоретически и экспериментально, кто-то хватается за это, провозглашает это с крыш домов и присваивает ему свое имя; но, возможно, спустя годы после смерти настоящего изобретателя (человека, который научил так называемого изобретателя, как это делать) кто-то пишет книгу, которая раскрывает правду, а затем любящие героев люди воздвигают памятник его памяти.

Таким человеком был наш собственный профессор Джозеф Генри, так долго возглавлявший Смитсоновский институт в Вашингтоне. Он разработал все проблемы современной американской телеграфной системы и продемонстрировал это на практике. Все, что сделало так называемый телеграф Морзе успешным, было задолго до этого описано и продемонстрировано Генри. Тем не менее, со скромной грацией, которая была присуща этому человеку, он уступил все тому, кто сыграл важную роль в строительстве первой телеграфной

линии между Балтимором и Вашингтоном. Большая заслуга принадлежит таким людям, как Морс и Сайрус У. Филд — ни один из них не изобретатель, но создатель великих систем связи, которые приносят несказанную пользу человечеству. Генри указал путь, и Морс осуществил его. У Морса было не больше заслуг, чем ему причиталось, но было ли у Генри столько, сколько ему причиталось? Еще ни одно великое изобретение не было работой полностью одного человека. Мы, американцы, слишком склонны забывать об этом.

Я всегда буду помнить Генри как самого непритязательного, доброго, сердечного человека, и я никогда не забуду его доброты ко мне. В 1874 году я начал свои исследования в области телефонии, подав заявку на патент на устройство для телеграфной передачи музыкальных звуков. Это состояло из средства передачи музыкальных тонов по проводу и воспроизведения их на металлической пластинке (натянутой на корпус скрипки для придания ей резонанса) путем трения пластины рукой — последняя была частью схемы. Эксперт сначала отклонил заявку на том основании, что изобретатель или оператор не мог быть частью его машины. Я взял свой аппарат и отправился в Вашингтон, сначала зайдя к профессору Генри, с которым никогда раньше не встречался. Он принял меня очень любезно и позволил натягивать провода из комнаты в комнату в институте, а когда он стал свидетелем экспериментов, то, казалось, обрадовался, как ребенок. Теперь я привел сотрудника патентного бюро в Смитсоновский институт и вскоре убедил его, что изобретатель может быть частью его собственной машины.

В том же году я уехал за границу, и Генри передал мне письмо к Тиндаллу. Мне очень повезло, что он это сделал, потому что поначалу Тиндалл был очень застенчив, и только письмо Генри позволило мне на мгновение прислушаться к его словам. История нескольких дней, последовавших за этим первым интервью с Тиндаллом в Королевском институте, была бы очень интересным чтением, если бы я чувствовал себя вправе опубликовать ее. Достаточно сказать, что через несколько минут после того, как он достиг экспериментальной стадии, он убедился, что не вся моя работа была предвосхищена Уитстоуном, как он утверждал до того, как увидел эксперименты. Уитстоун механически передавал звуки пианино из одной комнаты в другую с помощью деревянного стержня, помещенного на деку и заканчивающегося в другой комнате в контакте с другой декой. Но это сильно отличалось от передачи музыкальных звуков и мелодий из одного города в другой по проводам, что я мог делать со своим электротелефонным аппаратом.

Любопытно, что мир разделен на два больших класса : лидеров и последователей. Или мы могли бы сказать, составители и переписчики; первое подразделение очень маленькое, в то время как последнее очень большое. Еще в 1820 году европейские философы пытались сконструировать телеграфную систему, основанную на двух идеях, озвученных задолго до этого, а именно: использовании статического электричества или электричества трения и проводе для каждой буквы. Похоже, никому не пришло в голову разработать код, состоящий из движений, по-разному связанных во времени, и использовать просто один провод.

В 1819 году Эрстед обнаружил действие гальванического тока на магнитную стрелку и опубликовал брошюру, посвященную своему открытию. Это подтолкнуло других, и Ампер в том же году применил его к гальванометру. Араго применил его к мягкому железу, и здесь появился зародыш электромагнита. Мы видим, что еще в 1820 году у нас были гальваническая батарея и электромагнит, две важнейшие составляющие современного телеграфа.

Однако оставалось сделать еще одно великое открытие, прежде чем эти элементы можно было использовать в телеграфных целях. Использовался один элемент питания, а магнит был изготовлен путем намотки одного слоя проволоки по спирали вокруг железа, так что каждая спираль не соприкасалась со своей соседкой. Барлоу из Англии, член Королевского общества, испытал действие тока по проводу длиной 200 футов и обнаружил, что мощность была настолько уменьшена, что он был обескуражен и в статье изложил свое мнение о том, что гальванизм бесполезен для телеграфирования на расстоянии. Эта статья вдохновила других, и она была зарезервирована для нашего собственного Джозефа Генри, о котором уже упоминалось, чтобы показать не только, как сконструировать магнит для междугородной телеграфии, но и как приспособить аккумулятор к расстоянию. Он показал нам, что за счет изоляции провода и использования нескольких слоев витков вместо одного, а также за счет использования достаточного количества элементов питания, соединенных последовательно, чтобы получить большее напряжение, как мы теперь выражаем это, стало возможным передавать сигналы на расстояние. Он не только изложил теорию, но и сконструировал линию из колокольной проволоки длиной 1060 футов и использовал свой магнит, заставляя якорь ударять в колокол для подачи сигналов, что является основой современного "эхолота".

Ничего не требовалось, кроме как построить линию и изобрести код для чтения по звуку, чтобы получить практически наш современный телеграф Морзе. Эта линия была построена в 1831 году. В 1835 году Генри, который тогда учился в Принстоне, построил линию и работал на ней так, как она работает сегодня, с реле и местной схемой, так что к тому времени все проблемы были решены. Но, как и в случае с разговорным телефоном на заре его создания, никто не оценил его реальной важности. Сам Генри не считал, что стоит получать патент. Два года спустя министр финансов разослал циркулярное письмо с запросом, нельзя ли разработать какую-нибудь систему телеграфной связи. Ученые руководители Института Франклина в Филадельфии, старейшего научного общества Америки, посоветовали установить между Нью-Йорком и Вашингтоном систему семафоров, состоящую из сорока башен с поворотными рычагами, таких же, какие использовались во времена Веллингтона. Среди других ответов на циркулярное письмо госсекретаря был один от Сэмюэля Ф. Б. Морса. Морс не был ученым или даже изобретателем, по крайней мере, в то время. Он был известным художником. В 1832 году, пересекая океан, Морзе совместно с неким доктором Джексоном из Бостона разработал код телеграфных знаков, предназначенный для использования в системе химического телеграфа.

Несколько лет спустя Морзе приспособил сигнальный прибор Генри к записывающему устройству, называемому регистром Морзе, и именно этот инструмент использовался на заре телеграфа Морзе.

Что, по-видимому, действительно изобрел Морзе, так это регистр, который делал рельефные пометки на полоске бумаги, и код из точек и тире, представляющих буквы, ныне известный как алфавит Морзе, хотя последнее подвергается сомнению. Морс привез свой аппарат в Вашингтон и продемонстрировал его членам Конгресса в 1838 году, но прошло четыре года, прежде чем был принят законопроект, позволивший ему провести эксперимент между Балтимором и Вашингтоном. Мы позволим ему описать своими словами день закрытия Конгресса. Он говорит:

"Мой законопроект действительно прошел Палату представителей и был внесен в расписание Сената, но вечер последнего дня начался с рассмотрения и принятия более 100

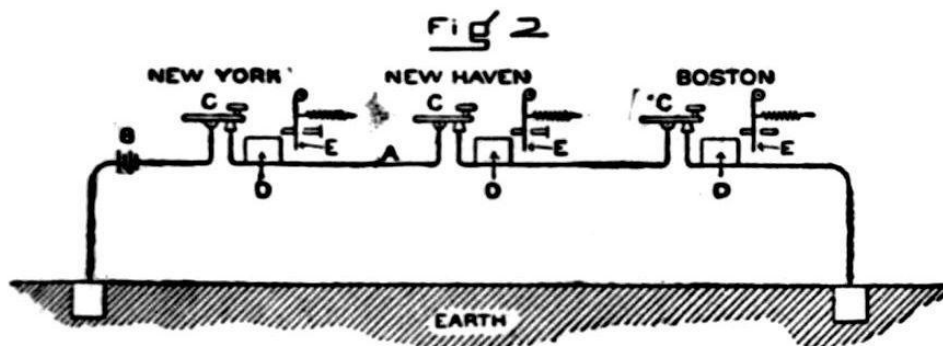
законопроектов, прежде чем был принят мой. Измученный беспокойством неизвестности, я посоветовался с одним из моих друзей-сенаторов. Он считал, что шанс достичь цели настолько мал, что посоветовал мне считать ее утраченной. В состоянии духа, которое я предоставляю вам представить, я вернулся к себе домой, чтобы подготовиться к возвращению домой на следующий день. Мои средства сократились до доли доллара. Утром, когда я уже собирался садиться завтракать, слуга объявил, что молодая леди желает видеть меня в гостиной. Это была дочь моего замечательного друга и однокурсника по колледжу, уполномоченного по патентам Генри Л. Элсворта. Она позвонила, по ее словам, с разрешения своего отца и в порыве собственной радости, чтобы объявить мне о принятии моего законопроекта о телеграфе в полночь, но за минуту до закрытия заседания Сената. Это был поворотный момент в изобретении телеграфа в Америке. В качестве надлежащего признания сочувствия и доброты молодой леди — сочувствия, которое может чувствовать и выражать только женщина, — я пообещал, что первое сообщение по первой телеграфной линии из Вашингтона в Балтимор будет отправлено ей; на что она ответила: "Запомните, теперь я сдержу ваше слово". Примерно через год после этого линия была завершена, и, когда все было подготовлено, я сообщил об этом моему юному другу. К этому сообщению была приложена записка от нее: "Что сотворил Бог?" Это были первые слова, прозвучавшие в первой завершенной строке в Америке".

Первая телеграфная линия в Америке была введена в эксплуатацию весной 1844 года, в начале правления Полка. Я помню, как мальчиком мне показывали на карте два города, Балтимор и Вашингтон, и какое впечатление произвела на меня история с телеграфом. Конгресс выделил 30 000 долларов на строительство линии и 8000 долларов на поддержание ее работы в течение первого года. Она была передана под контроль генерального почтмейстера, и линия была открыта для публики. Тариф был установлен в размере одного цента за каждые четыре слова. Он был открыт для бизнеса 1 апреля 1844 года, и в течение первых нескольких дней доход был чрезвычайно мал. Утром первого дня пришел джентльмен и захотел "посмотреть, как это работает". Оператор сказал ему, что он был бы рад показать это по обычному тарифу в один цент за четыре слова. Джентльмен разозлился и сказал, что он пользуется влиянием в администрации и что, если он не покажет ему работу бесплатно, он добьется того, что тот потеряет работу. Его блеф не увенчался успехом. Телефонистка направила его к генеральному почтмейстеру, и на этом бурное интервью закончилось. В течение следующих трех дней посетителей не было, но многие стояли вокруг в надежде увидеть запуск инструмента, но никто не хотел вкладывать ни цента — вероятно, из страха быть осмеянными.

На четвертый день тот же джентльмен, который угрожал молодому человеку увольнением, вернулся и вложил цент, и это был первый и единственный доход за четыре дня. Отправленное сообщение стоило всего полцента, но так как оператор не смог произвести сдачу, незнакомец положил цент и удалился. Его имя должно было бы прославиться как первого человека-покровителя телеграфа.

Работа телеграфа Морзе очень проста, если учесть все, что было сделано ранее. Все, что необходимо, - это провод, батарейка и ключ, как показано на [рис. 2 \(страница 99\)](#), а также реле — дополнительный электромагнит, который получает электрический ток и с его помощью приводит в действие или выводит из строя небольшую локальную батарею при коротком замыкании, в которую помещено приемное или записывающее устройство. Таким образом, у нас есть провод, начинающийся от земли в Нью-Йорке и проходящий через батарею, ключ и реле, а оттуда в Бостон по столбам с изоляторами, на которые натянут провод, и через другой

инструмент, ключ и батарею в Бостоне, такие же, как на нью-йоркском конце, и в землю, оставляя землю замыкать половину цепи. Когда ключи на обоих концах закрыты, батарейки активны, а якоря или "фиксаторы" притягиваются таким образом, что рычаги якоря опираются на передние упоры. (См. диаграмму Рис. 2.) Если любой из ключей разомкнут, ток прекращается, и магнетизм исчезает со всех электромагнитов в линии, и какая-либо пружина или втягивающее устройство отрывает якоря от магнитов, и рычаги упираются в свои задние упоры. Таким образом, все рычаги всех магнитов сделаны так, чтобы следовать движениям любой клавиши. Если в цепи более двух магнитов (а их может быть двадцать или более), все они реагируют в унисон на нажатие одной клавиши, так что, когда какая-либо станция отправляет сообщение, все остальные станции его получают.



A gives a diagram view of a Morse telegraph-line with three stations. B is the battery; C C C, the transmitting keys in the three offices; D D D, the relay magnets; E E E, the armatures that are actuated by the magnets.

Рис. 2.

А приведена схема телеграфной линии азбуки Морзе с тремя станциями. В - аккумулятор; С С С - передающие ключи в трех отделениях; D D D - магниты реле; E E E - якоря, приводимые в действие магнитами.

Но для каждого офиса есть "звонок", так что оператор обращает внимание на прибор только тогда, когда слышит свой собственный звонок. Операторы становятся настолько опытными в чтении по звуку, что могут лечь и спать в комнате, и, хотя инструмент все время дребезжит, он не слышит его до тех пор, пока не раздастся его собственный звонок, после чего он немедленно просыпается.

В старые времена сообщения принимались на листках бумаги с помощью регистра азбуки Морзе с помощью точек и тире. Постепенно оператор научился читать по звуку, и до сих пор этот способ приема практически универсален во всем мире. Чтение по звуку было американского происхождения. Это разговорный язык, и когда к нему привыкаешь, он становится похожим на любой другой язык. Этот кодовый язык имеет некоторые преимущества перед членораздельной речью, а также множество недостатков. Джентльмен, работавший на телеграфе в Луисвилле, сказал мне, что один из лучших операторов, которых он когда-либо знал, был глух как полотно. Он получал сообщение, упираясь коленом в ножку стола, на котором был установлен эхолот, и посредством осязания воспринимал длинные и короткие вибрации стола, и благодаря этому читал так же хорошо или даже лучше, чем через ухо, потому что его не отвлекали другие звуки.

О покойном генерале Стейджере рассказывают историю, что однажды он ехал в поезде, который потерпел крушение на некотором расстоянии от какой-либо станции. Он взобрался на телеграфный столб, перерезал проволоку и, попеременно соединяя и разъединяя концы, отправил в штаб-квартиру сообщение с подробным описанием крушения и просьбой о помощи. Затем он поднес два конца проволоки к каждой стороне своего языка и попробовал на вкус ответ — что помощь приближается. Любой, кто когда-либо пробовал ток, знает, что он очень выраженный.

История, похожая на эту, рассказывается о первых днях, когда химическая система Bain использовалась между Вашингтоном и каким-то другим пунктом. Эта система наносила метки на химически подготовленную бумагу; когда через нее проходил ток, на бумаге оставались следы от разложения химикатов. Некоторые препараты издавали запах во время прохождения тока. Случай, на который мы ссылаемся, произошел во время президентских выборов. На одной станции за пределами Вашингтона работал оператор, у которого была слепая сестра, и эта сестра хорошо знала азбуку Морзе до того, как ослепла. Однажды вечером поступил сигнал приготовиться к сообщению, содержащему результаты выборов. В спешке, как только началось сообщение, лампа была опрокинута, и они оказались в полной темноте — по крайней мере, брат был в полной темноте. Сестра, бедняжка, долгое время находилась в темноте. Слепая сестра наклонилась над стилусом, через который пропускал ток к бумаге, понюхала и написала послание по буквам и повторила его своему изумленному брату.

С помощью старой семафорной системы движения воспринимались глазом, так же как и ранний метод кабельной сигнализации. Из вышесказанного видно, что азбукой Морзе можно пользоваться с помощью любого из пяти органов чувств.

ГЛАВА XI.

ПОЛУЧЕНИЕ СООБЩЕНИЙ.

За немногими исключениями азбука Морзе используется почти повсеместно во всем мире. Поскольку он используется в Европе, он немного отличается от нашего американского кода, но все они зависят от точек, тире и пробелов, связанных в разных комбинациях для разных букв. Несмотря на его универсальное использование, он не свободен от серьезных трудностей при передаче, если только его не повторяют отправителю для исправления; и тогда в некоторых случаях невозможно быть уверенным из-за трудностей с пунктуацией и заглавными буквами, а также из-за дополнительных трудностей с объединением сигналов, вызванных, возможно, неправильной передачей, индуцированными токами от других проводов, "качающимися крестами" или атмосферным электричеством. Иногда это психологическая трудность в сознании принимающего оператора. Телеграфные компании вынуждены терпеть убытки от всех этих и многих других непредвиденных причин.

Прескотт рассказывает о некоторых любопытных вещах, которые происходили в первые дни, вытекающих из особенностей принимающего оператора. В одно время он сообщал по телеграфу об одной из речей Вебстера, произнесенных в Олбани в 1852 году, в которой было

много содержательных вопросительных предложений, и он пожелал, чтобы были указаны пункты для допроса. Поэтому, чтобы быть уверенным, всякий раз, когда ему хотелось задать вопрос, он говорил "вопрос" в конце почти каждого предложения. На следующий день, прочитав речь, он пришел в ужас, увидев, что концы предложений пестрят словом "вопрос".

Некоторое время назад, в пятидесятые годы, джентльмен из Бостона телеграфировал в один дом в Нью-Йорке с просьбой "переслать образцы вилок экспресс-почтой". Сообщение, полученное нью-йоркским продавцом, гласило: "Отправьте образец для К. С. экспресс-почтой". Нью-Йоркский продавец не знал, кто такой К. С., и из посылки он не понял, какой образец ему нужен. Поэтому он отправился на телеграф, чтобы прояснить этот вопрос. Оператор из Бостона повторил сообщение, сказав "образцы вилок". "Именно так я это получил и таким образом доставил — образец для К.С.", - сказал Нью-Йорк. "Но, - говорит Бостон, - я не сказал "за К. С."; я сказал "ф-о-р-к-с". Нью-Йорк неправильно прочитал это с самого начала и не мог понять по-другому. "Какой же дурак этот бостонец. Он говорит, что говорил не от имени К. С., а для К. С." Бостону пришлось прибегнуть к почте Соединенных Штатов, прежде чем тайна была раскрыта.

Достаточно любопытно, что старый метод записиточек и тире на бумажной полоске был не столь надежен, как нынешний способ чтения по звуку. Человек может в какой-то степени вложить свою индивидуальность в эхолот, и когда привыкаешь к его стилю, гораздо легче точно прочитать его по звуку, чем по отпечаткам на бумаге. Некоторые люди так и не смогли научиться читать ни по бумаге, ни по звуку. В качестве примера такого рода приводится случай с мужчиной средних лет, который работал в железнодорожной компании начальником депо и телеграфистом в старые времена бумажной ленты. Однажды он выбежал и окликнул проводника поезда, который только что подъехал к станции, и сказал ему, что у поезда сломаны оба ведущих колеса и он сильно помят. Кондуктор мог прочесть мистические символы, поэтому он взял ленту и расшифровал сообщение следующим образом: "Попросите кондуктора бостонского поезда тщательно осмотреть шатуны обоих ведущих колес и, если они не в хорошем состоянии, ждать распоряжений". Далее этот же оператор рассказывает, что, когда у него возникали настоящие трудности со своей "лентой", он обычно бегал в обычный коммерческий офис, чтобы перевести свои сообщения. Однажды он ворвался в офис своего соседа, волоча за собой кассету, и сказал: "Я уверен, что произошел ужасный несчастный случай, судя по тому, как было передано сообщение". Игривая собака оторвала большую часть ленты, так что осталась только часть. Надпись гласила: "Доброе утро, дядя Бен. Когда ты... - Пес проглотил остаток сообщения.

Иногда азбука Морзе не только забавна, но и губительна. Джентльмен хотел занять денег у каких-то капиталистов, которые, не зная его финансового положения, телеграфировали банкиру, который, как они знали, мог их отправить. Они получили ответ: "Обратите внимание, что на крупную сумму". Джентльмен занял "крупную сумму", но позже, когда дело дошло до расследования, выяснилось, что на отправлении изначально было написано "нет" вместо "записки", что имело "решающее значение в мире".

Было заявлено, что любое из пяти чувств может быть задействовано для преобразования азбуки Морзе в слова и идеи. Мистер Прескотт рассказывает историю, которая, по его словам, правдива, поскольку он знал эту вечеринку. Его друг по фамилии Лангензунге, знавший азбуку Морзе, служил под началом генерала Тейлора (который в то время был президентом) в Пало-Альто, в Мексике. Генерал только что пообещал ему должность; вскоре после этого он уехал из

Вашингтона на запад, через Балтимор и Огайо, на товарном поезде; президент серьезно заболел, и его друг, узнав об этом, встревожился не только потому, что любил старого генерала, но и из-за перемены в его собственных перспективах. Поезд остановился где-то на Потомке в середине ночи и оставался там четыре часа. Встревоженный и опечаленный, он побрел по тропинке, взобрался на столб, перерезал проволоку, положил концы по обе стороны языка и прочел роковое сообщение— "Умер в половине одиннадцатого". Удар (не электрический) был настолько силен, что он чуть не свалился со столба.

Что за ситуация! Человек взбирается на столб в полночь, за много миль от больного друга, которого он любит, прикладывает язык к неодушевленной проволоке, и ему говорят конкретным языком — через чувство вкуса, — что его друг мертв. Это лишь один из многих-многих замечательных эпизодов "Телеграфа".

ГЛАВА XII.

РАЗНЫЕ МЕТОДЫ.

"Дождя никогда не бывает, но он льет". Почти одновременно с демонстрацией телеграфа Морзе были изобретены другие типы. Появились игольчатые системы Кука и Уитстона, химический телеграф Александра Бейна и вскоре печатный телеграф Хауса, а позже и Хьюза. Последний используется на европейском континенте, а его модификация имеет очень ограниченное применение на некоторых американских линиях. Телеграф Бейна использовал ключ и батарейку, те же, что и система Морзе, но он не зависел от электромагнетизма, как система Морзе. Во время работы полоску бумаги заставляли перемещаться под железным пером на приемном конце линии. Бумага была пропитана каким-то химическим веществом, которое могло обесцветиться под действием электролитического тока. Когда сообщение было отправлено, бумага приводилась в движение часовым механизмом или иным способом, под действием стилуса, который нажимал на бумагу, когда она проходила по металлическому ролику или подложке. Оператор-передающий сработал своим ключом точно так же, как при отправке обычного сообщения по системе азбуки Морзе. Эффект заключался в пропускании тока через приемный стилус, нарезанный длинными или короткими метками, или точками и тире азбуки Морзе, и записанный на ленте синими или коричневыми метками, в зависимости от используемого химического вещества. В этой стране было создано несколько линий по системе Bain, но она так и не вошла в широкое употребление.

Ряд систем, называемых "автоматическими", выросли из системы Бейна. Бейн сам изобрел, возможно, первый автоматический телеграф. Фундаментальный принцип работы всех автоматических телеграфов зависит от подготовки сообщения перед отправкой и обычно пробивается на полоске бумаги, а затем пропускается между роликами, которые позволяют стилусу кататься по бумаге и опускаться через отверстия, представляющие точки и линии азбуки Морзе. Каждый раз, когда перо проходит через отверстие в бумаге, оно вступает в электрический контакт и посылает ток, длинный или короткий, в зависимости от длины отверстия. Целью автоматической системы была отправка большого количества деловых сообщений по одному проводу за короткое время. Это не спасает операторов, поскольку

сообщения должны быть подготовлены к передаче, а затем переведены на принимающей стороне и переведены в обычную письменную форму для доставки.

Автоматическая система используется только для специальных целей, и та, которая кажется наиболее предпочтительной, - это система Уитстоуна. Эта система в ограниченной степени используется в Англии и Америке.

В начале истории телеграфа была изобретена система печати. Уитстоун и другие предлагали системы печатного телеграфа в Европе, но они так и не прошли стадию эксперимента. Первый печатный телеграф, представленный в Америке, был изобретен Ройалом Э. Хаусом из Вермонта и впервые введен в эксплуатацию в 1847 году на линии между Цинциннати и Джефферсонвиллем, на расстоянии 150 миль. В 1849 году была проложена линия для коммерческого использования между Нью-Йорком и Филадельфией, и в течение нескольких последующих лет многие линии были оборудованы телеграфным аппаратом House printing telegraph. Покойный генерал Энсон Стейджер одно время был домоуправом. Все печатающие телеграфные приборы, хотя и сильно различаются в деталях, имеют определенные общие черты, а именно: средство для установки шрифта в нужное положение, красочное устройство, печатающий механизм, механизм подачи бумаги и средство для приведения печатающих колесиков в унисон. Существует два основных типа печатных инструментов: пошаговые и с синхронно движущимися печатными колесами. Домашний принтер представлял собой пошаговый инструмент и состоял из двух частей: передатчика и приемника. Передатчик состоит из панели, похожей на пианино, с двадцатью восемью клавишами. Эти клавиши удерживаются на месте пружинами. Под клавишами находится цилиндр с двадцатью восемью штифтами, соответствующими двадцати шести буквам алфавита, а также точке и пробелу. Этот цилиндр приводился в движение какой-то силой. В те дни это делалось с помощью человеческой силы. Это приводилось в движение трением, так что его можно было легко остановить нажатием любой из клавиш, которая касалась одного из штифтов. Один оборот цилиндра прервал бы и замкнул ток двадцать восемь раз, сделав двадцать восемь шагов.

Приемный прибор состоял из печатного колеса и средств для его приведения в движение. Он был несколько сложным и может быть описан только в общих чертах. Если бы цилиндр преобразователя был настроен на вращение, он ломался бы и закрывался двадцать восемь раз за каждый оборот. (Было четырнадцать замыканий и четырнадцать разрывов, каждый разрыв и каждое замыкание тока представляли собой ступень.) Наборное колесо приемника было разделено на двадцать восемь частей, состоящих из двадцати шести букв, точки и пробела, каждый разрыв перемещал его на один шаг, а каждое закрытие - на шаг; так что, если бы цилиндр с его двадцатью восемью штифтами начинал вращаться в унисон с наборным колесом с его двадцатью восемью буквами и пробелами, они вращались бы в унисон. Клавиши были снабжены буквами, и если нажать на какую-либо из них, соответствующий ей штифт на цилиндре ударял по нему и останавливал вращение цилиндра, что останавливало размыкание и замыкание цепи, что, в свою очередь, останавливало вращение печатного колеса - и не только останавливало его, но и устанавливало его в такое положение, чтобы буква на печатном колесе, соответствующая букве на нажатой клавише, находилась напротив печатающего механизма. Печать производилась на полоске бумаги, которую при каждой печати переносили на один пробел вперед. Печатающий механизм был устроен так, что до тех пор, пока колесо продолжало вращаться, оно не печатало, но в тот момент, когда печатающее колесо останавливалось, оно печатало автоматически.

Сообщения доставлялись на полосках бумаги по мере их поступления из аппарата.

В 1855 году Дэвид Э. Хьюз из Кентукки запатентовал печатный телеграф, в котором использовался другой принцип вращения печатного колеса. Электрический ток использовался для печати букв и объединения печатающих колес с передающим устройством.

Преобразователь, цилиндр и печатающее колесо вращались синхронно или настолько близко, насколько это было возможно, и печать производилась без остановки печатающего колеса. Всякий раз, когда печаталась буква, наборное колесо исправлялось, если не хватало унисона.

Этот тип машин в значительно улучшенном виде до сих пор используется на некоторых линиях Western Union, особенно между Нью-Йорком, Бостоном, Филадельфией и Вашингтоном. Он также используется в одной из своих форм в большинстве европейских стран.

ГЛАВА XIII.

МНОЖЕСТВЕННАЯ ПЕРЕДАЧА.

Хотя в Америке в некоторой степени используются печатные и автоматические системы телеграфирования, большая часть работы выполняется системой Морзе для считывания звуков и копирования с нее либо ручкой, либо пишущей машинкой. В первые дни по одному проводу могло быть отправлено только одно сообщение одновременно, но теперь по одному проводу может быть отправлено от четырех до шести или даже больше сообщений одновременно без того, чтобы одно сообщение мешало другому. Как и большинство других изобретений, многие изобретатели внесли свой вклад в разработку многократной передачи данных, пока, наконец, кто-то не сделал последнее, что было необходимо для обеспечения ее успеха. Первые попытки были сделаны в линейке двойной передачи, и многие изобретатели за рубежом работали над этой проблемой.

Мозес Г. Фармер из Салема, штат Массачусетс, предложил его еще в 1852 году и запатентовал в 1858 году. Гинтл, Прис, Сименс, Хальске и другие зарубежные компании время от времени предлагали различные методы двойной передачи данных, но ни один из них не имел абсолютного успеха. Когда очередь была очень длинной, возникла трудность, которая казалась непреодолимой. На обычном телеграфном языке в приборе произошел "удар", который привел к искажению сигналов. Примерно в 1872 году Джозеф Б. Стернс из Бостона применил так называемый "конденсатор" для дуплексной телеграфии, который устранил "удар", и с тех пор и по сей день он пользуется успехом. Далее я расскажу вам, что вызвало этот "удар" и как его можно было вылечить. Если бы этот или какой-либо другой метод можно было столь же успешно применять для лечения многих хронических "наркоманов" в мире, это было бы великим благословением для человечества.

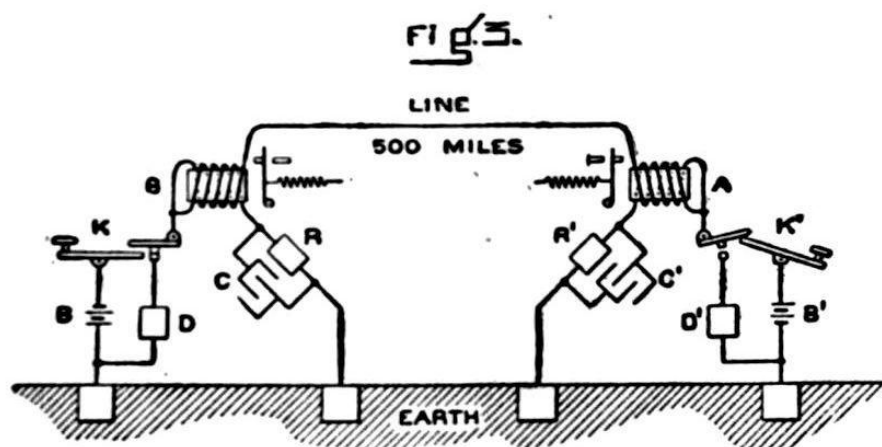
Для непосвященных всегда было загадкой, как два сообщения могли идти в противоположных направлениях и при этом не столкнуться друг с другом и не разбиться по пути. Если вы будете внимательно следить за мной в течение нескольких минут, я попытаюсь рассказать вам.

Мы уже говорили, что электромагнит изготавливается путем намотки изолированного провода на сердечник из мягкого железа. Если мы пропустим электрический ток через этот провод, сердечник станет магнитным и останется таким до тех пор, пока по нему проходит ток. В двусторонней телеграфии мы используем так называемый дифференциальный магнит. Дифференциальный электромагнит намотан двумя изолированными проводами и подсоединен к батарее таким образом, что ток разделяется и проходит вокруг железного сердечника в противоположных направлениях. Теперь, если одинаковый ток одновременно пропускается через каждый из проводов катушки в противоположных направлениях, воздействие на железо будет незначительным, потому что один ток пытается развить определенный вид полярности на каждом полюсе магнита, в то время как ток в другом проводе пытается развить противоположный вид на каждом полюсе. Между двумя противоположными силами идет равная борьба, и в результате магнетизма нет. Это предполагает, что два тока имеют совершенно одинаковую силу.

Если мы отключим ток в одной из катушек, мы немедленно получим магнетизм в железе; или если мы нарушим баланс двух токов, сделав один сильнее другого, мы получим магнетизм силы, измеряющей разницу между ними.

Не описывая здесь конкретно весь механизм — поскольку это не учебник или научный трактат, — мы можем сказать, что дуплексная телеграфная линия оснащена этими электромагнитами с дифференциальной обмоткой на каждой станции. Когда станция А (рис. 3) подключена к линии положительным полюсом своей батареи, станция В будет иметь отрицательный полюс к линии, а положительный - к земле. Когда А нажимает на свою клавишу, чтобы отправить сообщение, половина тока проходит по одному набору катушек вокруг его дифференциального магнита через короткую катушку сопротивления к земле, а другая половина по противоположной катушке вокруг магнита к линии и, таким образом, к станции В. Разделенный ток не влияет на собственную станцию А, поскольку нейтрализуется дифференциальным магнитом, но он влияет на В, чей прибор реагирует и передает ему сообщение.

Теперь В может одновременно отправить сообщение А с помощью половины своего собственного разделенного тока со своего конца линии.



Represents a duplex 500-mile telegraph-line. A and B are the two terminal stations; B B', the batteries; K K', the keys; D D', the small resistance-coils, equal to the battery-resistance when the latter is not in circuit; R R', resistances each equal to the 500-mile line; and C C', condensers giving the artificial lines R R' the same capacity as the 500-mile line.

Рис. 3.

Представляет собой двухшпindleную телеграфную линию протяженностью 500 миль. А и В - две оконечные станции; ВВ - аккумуляторы; Кк - ключи; Дд - катушки с малым сопротивлением, равные сопротивлению батареи, когда последняя не включена в цепь; Рр - сопротивления, каждое из которых равно 500-мильной линии; и Сс - конденсаторы, придающие искусственным линиям Рр ту же емкость, что и 500-мильной линии.

Для большинства людей остается загадкой: как сигналы могут передаваться друг другу в разных направлениях по одному и тому же проводу? Но сигналы не обязательно должны передавать друг друга. По сути, они проходят мимо; но на самом деле это похоже на движение по кругу — земля образует половину. А отправляет свое сообщение по линии Б. Б отправляет свое сообщение А через землю и вверх по проводу заземления А. Оператор, который подает сигнал положительным полюсом на линию, *пропускает* свой ток — так сказать, , — в то время как оператор, который подает сигнал отрицательным полюсом на линию, *пропускает* больше тока в том же направлении через линию всякий раз, когда он закрывает свой ключ.

Возможно, это не совсем научное утверждение; но до тех пор, пока мы говорим о "токе", текущем от положительных полюсов к отрицательным (который неизменно проходит электричество), это способ взглянуть на вопрос с пониманием.

Короткая "катушка сопротивления" на каждом конце, укрепленная для придания ей емкости "конденсатором", сделанным из множества листов изолированной оловянной фольги, обеспечивает точно такое же сопротивление току, что и 500 миль проводной линии; так что двойные токи, которые проходят вокруг дифференциального магнита, точно нейтрализуют друг друга и не оказывают никакого эффекта в офисе, откуда начинается сообщение; в то время как один из них поступает на землю, а другой - на линию для передачи сообщения.

Этот конденсатор необходим, потому что короткая катушка сопротивления влияет на ток немедленно, в то время как длинная линия с большим количеством металла не оказывает такого же сопротивления, пока она не заполнится от конца до конца, что требует доли секунды. Однако в течение этого времени через дифференциальную катушку, соединенную с линией, проходит

больше тока, чем через короткую катушку сопротивления; и неравномерный поток заставляет якорь реле подпрыгивать или "брыкаться". Провод более плотный, с большим количеством листов оловянной фольги, обеспечивает большую металлическую поверхность, по которой проходит ток короткого замыкания, обеспечивает постоянный одинаковый ток в обеих цепях и, таким образом, устраняет "удар". Именно это качество конденсатора позволяет нам придать искусственной линии любого сопротивления все качества, включая пропускную способность, и продемонстрировать все явления реальной линии любой длины, и именно это качество позволило мистеру Стернсу отказаться от дуплексной передачи и, таким образом, изменить всю систему, что положило начало новой эре в телеграфии.

Мы только что говорили о "емкости" схемы и утверждали, что она определяется массой используемого металла. Эта емкость измеряется произвольным стандартом емкости, который состоит из конденсатора, сконструированного таким образом, что заданный объем поверхности оловянной фольги может быть вставлен или вынут. Практическая единица измерения емкости называется микро-фарад, реальная единица измерения - фарад, и получила свое название от Фарадея.

Но давайте вернемся к множественным системам передачи. Существует множество других систем одновременной передачи, помимо дуплексной, и все они классифицируются под общим названием множественной телеграфии. Во—первых, это квадруплекс, который отправляет два сообщения в каждую сторону одновременно, заставляя один провод выполнять работу четырех одиночных проводов - как они использовались изначально. Квадруплекс очень широко используется телеграфной компанией Western Union и другими компаниями. Было бы трудно объяснить это в популярной статье, поэтому мы не будем пытаться. Существует еще одна форма многократного телеграфирования, которая использовалась на почтово—телеграфной линии, когда она только начиналась, — которая была изобретена и усовершенствована автором, - которую можно более легко объяснить.

В 1874 году я открыл метод телеграфной передачи музыкальных звуков, и то, что заставило меня задуматься в этом направлении, было семейным происшествием. Любопытным фактом является то, что большинство изобретений берут свое начало в каком-то инциденте или наблюдении, которые происходят в рамках опыта кого-то, кто способен видеть и интерпретировать значение таких инцидентов или наблюдений. Я не хочу сказать, что изобретения обычно являются результатом счастливой мысли или случайности; зародыш может быть таким, но у зародыша должна быть подходящая почва, чтобы пустить корни, и правильный вид культуры после этого. Редко бывает, чтобы изобретение, имеющее коммерческое или научное значение, когда—либо достигало совершенства без тяжелой работы - полуночного масла и дневного труда; и редко, если вообще когда-либо, открытие или изобретение, основанное на открытии, рано или поздно не находит практического применения, хотя иногда нам приходится ждать столетия, чтобы найти его применение. Нам пришлось ждать сорок четыре года после того, как была открыта гальваническая батарея, прежде чем она стала полезным слугой человека. Прошло пятьдесят или более лет после открытия Фарадеем магнетизма, прежде чем оно нашло полезное применение, выходящее за рамки простой игрушки, но сейчас это один из самых полезных слуг, которые у нас есть, о чем свидетельствует его замечательное развитие в электрическом освещении и электрических железных дорогах, не говоря уже о его нагревательных свойствах и полезном назначении, которому оно служит в приводных механизмах. Интересные открытия профессора Крукса по

пропусканию электрического тока через трубки с высоким вакуумом ждали много лет, прежде чем они нашли практическое применение в рентгеновских лучах, которые обещают оказать большую услугу медицине и хирургии.

Передача музыкальных гармоний по телеграфу, хотя сама по себе и представляла большой научный интерес, практической пользы не имела, но привела к другим изобретениям, основой которых она является, которые чрезвычайно полезны в повседневной жизни. Передача гармонических звуков с помощью электричества лежит в основе принципа работы телефона. В принципе, существует огромная разница между передачей простой мелодии, которая представляет собой комбинацию музыкальных тонов, передаваемых последовательно — один тон следует за другим, — и передачей гармонии, которая предполагает передачу двух или более тонов одновременно. Первое может быть передано посредством предварительной аренды. В последнем случае один сигнал должен накладываться на другой и должен передаваться с изменяющимся, но непрерывно замкнутым током. Я провожу различие между замкнутой цепью и замкнутым током. В случае дуговой лампы цепь разомкнута (то есть разорвана), с технической точки зрения, но ток все еще течет. Причина, по которой Reiss и другие металлические контактные телефонные передатчики не могут успешно использоваться в телефонных целях, заключается в том, что металлические наконечники не позволяют обеспечить достаточное разделение точек передачи без разрыва тока, а также цепи. Углеродные контакты допускают гораздо более широкое разделение, фактически не останавливая протекание тока, что является необходимостью для идеальной телефонной передачи, и именно использование углерода сделало эту форму передатчика успешной.

Существуют другие формы или, по крайней мере, одна другая форма, которая не зависит от длины электрической дуги, образующейся при разделении электродов. Об этом мы поговорим в другой раз. Теперь давайте вернемся к семейному инциденту, упомянутому выше.

Однажды вечером зимой 1873-4 годов я вернулся домой после лабораторной работы и пошел в ванную, чтобы привести себя в порядок к ужину. Я застал своего племянника, мистера Чарльза С. Шеппарда, вместе с несколькими его товарищами по играм получающими электрические "разряды" от маленькой медицинской спирали, которая, как я слышал, гудела в шкафу. У него был один вывод катушки, подсоединенный к цинковой облицовке ванны, которая в то время была сухой, в то время как другой он держал в левой руке, а правой воспринимал удары от облицовки ванны, потирая руку о цинк. Я заметил, что каждый раз, когда он прикасался к ванне, когда протирал ее на небольшом расстоянии, из-под его руки раздавался странный звук, мало чем отличающийся от звука электротомы, который вибрировал в шкафу. Мой интерес сразу же пробудился, и я взял электрод из его руки и некоторое время экспериментировал с ним, время от времени подходя к шкафу, чтобы изменить частоту вибрации электротомы, и таким образом изменить качество звука. Я заметил, что звук или тембр под моей рукой, если это можно так назвать, менялся с каждым изменением частоты вибрации. Больше всего меня заинтересовало то, что были воспроизведены специфические характеристики шума. За эти несколько минут я выложил работы столько, что хватило бы на годы экспериментов, и в результате опоздал к обеду.

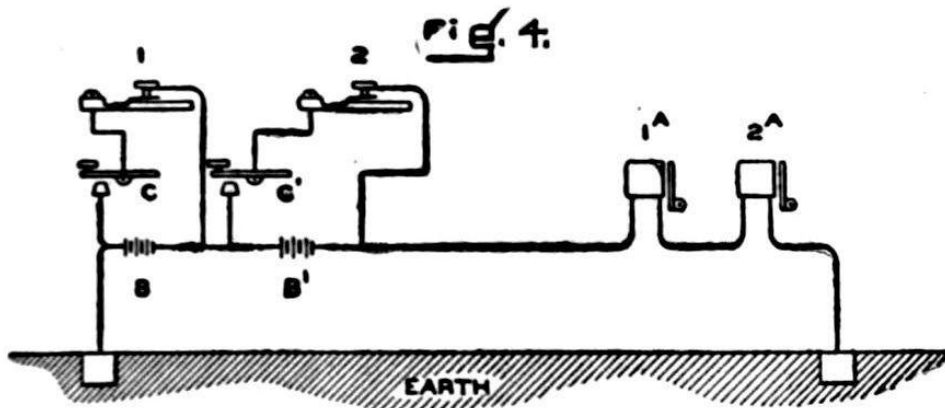
Это открытие открыло моему уму возможность трех вещей — передачи музыки и речи или членораздельных слов по телеграфному проводу и передачи ряда сообщений по одному проводу. Я сконструировал клавиатуру, состоящую из одной октавы, и сделал набор язычков,

настроенных на ноты гаммы, а затем, когда кто-то играл мелодию, я мог воспроизвести ее двумя способами: во-первых, помещая свое тело в цепь и потирая металлическую пластину — это могло быть дно жестяной кастрюли, стык печной трубы или что-то другое - эффект давало все, что было металлическим и могло вибрировать. Другой способ состоял в том, чтобы подключить электромагнит (имеющий диафрагму или язычок поперек полюсов) к цепи на приемном конце и установить его на какую-нибудь деку. Я изготовил огромное количество различных видов приемников, которые были способны принимать как музыкальные, так и членораздельные звуки, что много раз было доказано экспериментально. Я провел вместе две серии экспериментов: один был направлен на создание системы множественной телеграфии, а другой - на передачу членораздельной речи. Давайте сначала рассмотрим множественный телеграф и рассмотрим другой под названием "телефон".

Когда электрическая клавиатура была закончена, я обнаружил, что могу передавать не только мелодию, но и гармонию; что одновременно можно передавать более одного тона. Это открытие положило начало длинной серии экспериментов с целью одновременной отправки нескольких сообщений с помощью музыкальных тонов, различающихся по высоте. Я уже продемонстрировал, что одновременно можно передавать несколько тонов, но все они будут звучать одинаково (с одинаковой громкостью) на приемном приборе. Теперь я приступил к работе над инструментом, который откликался только на одну ноту, и успех превзошел все мои ожидания. Я изготовил три разных типа приемных инструментов. Первым был стальной ремешок длиной около восьми дюймов и шириной три восьмых. Этот ремешок был вмонтирован в железную раму перед электромагнитом. Винт с накатанной головкой позволил мне растягивать ремешок до тех пор, пока он не начнет вибрировать с требуемой частотой. Если, например, язычок передатчика вибрировал со скоростью 100 раз в секунду, а ремешок приемника был натянут до натяжения, которое при выдергивании создавало бы 100 колебаний в секунду, то он реагировал бы на вибрации язычка передатчика, но не на вибрации другого язычка с другой частотой вибрации. Если мы возьмем вмонтированные камертоны, настроенные парами разной высоты, скажем, четырьмя парами, так, чтобы у каждой вилки была пара, которая точно соответствует ей, и разместим их все в одной комнате, и будем звучать на одной из них в течение нескольких секунд, а затем остановим ее, то, изучив другие вилки, вы обнаружите, что все они тихие, кроме пары той, которая звучала. Эта будет звучать. Если мы сейчас протрубим четыре вилки, а затем остановим их, остальные четыре будут звучать из сочувствия, потому что прозвучал мат каждой из них. Если звучат только две вилки, различающиеся по высоте звука, то только две другие будут звучать согласованно. В первом случае в воздухе был создан только один набор звуковых волн, и ответила вилка, которая оказалась в соответствии с этим набором. Когда прозвучали четыре вилки, различающиеся по высоте звука, в воздухе появились четыре набора тональных волн, наложенных друг на друга, так что каждая из оставшихся вилок нашла набор волн, соответствующий ее собственной естественной частоте вибрации, и таким образом отреагировала.

Теперь примените этот принцип к гармоническому телеграфу, и вы сможете понять его работу. На передающем конце провода имеется определенное количество вилок или язычков, которые постоянно вибрируют. Каждый из этих язычков имеет фиксированную частоту вибрации и находится в гармоничном соотношении друг с другом, чтобы не создавать звуковых помех или "биений". На приемном конце линии имеется столько электромагнитов, сколько передающих язычков, и перед каждым магнитом находится язычок или планка, настроенная на какой-либо из передающих язычков, так что у каждого передающего язычка есть пара, точно

гармонирующая с ним на приемном конце линии. Клавиши расположены на передающем конце таким образом, чтобы при нажатии соответствующие им звуковые сигналы выводились на линию. Другими словами, когда нажата клавиша, принадлежащая батарее В и вибратору 1 (см. [фиг. 4](#)) эффект заключается в передаче электрических пульсаций по линии, соответствующих по частоте в секунду вибратору. То же самое верно для батареи В и вибратора 2. В течение времени нажатия любой клавиши — скажем, сигнала № 1 — этот сигнал будет передаваться по линии и воспроизводиться его помощником - тем, кто настроен в соответствии с ним - на приемной станции. Сообщение может быть отправлено последовательностью длинных и коротких сигналов, представляющих азбуку Морзе. Цифры два, три и четыре могут передаваться одновременно, но они не будут мешать цифре один или друг другу. В 1876-187 годах автору удалось отправить восемь одновременных сообщений между Нью-Йорком и Филадельфией гармоническим методом.



In this diagram, 1 and 2 are tuned reeds; 1A 2A are receivers tuned to the reeds 1 and 2 respectively; 1 and 1A are in unison, also 2 and 2A, but the two groups (the 1s and the 2s) differ from each other in pitch.

Рис. 4.

На этой диаграмме 1 и 2 - настроенные язычки; 1A и 2A - приемники, настроенные на язычки 1 и 2 соответственно; 1 и 1A находятся в унисоне, также 2 и 2A, но две группы (1s и 2s) отличаются друг от друга по высоте звука.

Существовало два способа считывания по гармоническому методу. Один - по длинным и коротким звукам, а другой - с помощью обычного эхолота.

Вибрация приемного язычка была создана для размыкания и замыкания локальной цепи, подобной обычному реле Морзе, и, таким образом, приводила в действие эхолот. Бесполезно пытаться отправить сообщение, если отправитель и получатель не настроены друг на друга в этой системе.

То, что верно в науке, верно и в жизни. Если мы не в ладах с нашим окружением, мы только сотрясаем воздух, и наши усилия напрасны. Мы не получаем сочувственного ответа.

ГЛАВА XIV.

ДВУСТОРОННЯЯ СИСТЕМА.

Новая форма двойной передачи была изобретена писателем вскоре после завершения работы над гармонической системой и стала ее результатом. Он все еще используется на некоторых железнодорожных линиях. Обычный железнодорожный телеграф подключен к аппарату в каждом офисе вдоль дороги, главным образом для отправки поездов. Как мы уже объясняли ранее, всякий раз, когда какой-либо один офис отправляет сообщение, его слышат во всех офисах. Система "Way duplex" позволяет использовать линию для сквозного бизнеса одновременно с работой местных офисов. Иными словами, любая станция на линии может телеграфировать с любой другой станцией обычным методом азбуки Морзе, и в то же время сообщения могут передаваться взад и вперед между двумя конечными станциями.

Это достигается следующим методом: на каждом конце провода имеется настроенный язычок, подобный тому, который мы описали в нашей предыдущей главе, который постоянно вибрирует от местной батареи в течение рабочего времени. Этот вибратор так устроен по отношению к батарее, что всякий раз, когда нажимается принадлежащая ему клавиша, ток по всей линии становится вибрирующим. Также в цепи на каждом конце линии имеется реле гармоник, настроенное в соответствии с вибрирующим язычком датчика. Если какая-либо клавиша, принадлежащая этой части системы, будет открыта, как в процессе отправки сообщения, эти гармонические реле, настроенные в соответствии с передающим вибратором, отреагируют, таким образом посылая символы азбуки Морзе, состоящие из тона, разбитого на точки и тире. Этот звуковой сигнал может считываться непосредственно с реле или, как это обычно бывает, он приводит к работе эхолота обычным способом.

Вы сразу же спросите, почему эти вибрационные сигналы не влияют на обычные инструменты азбуки Морзе в местных офисах, а также почему работа местных офисов не влияет на гармонические инструменты в конечном офисе. Местное отделение не размыкает цепь полностью, а просто отключает сопротивление с помощью специального гармонического ключа. Когда в электрическую цепь вводится сопротивление, оно ослабляет ток пропорционально величине возникающего сопротивления. Вы увидите, что в линии все еще остается некоторый ток, когда ключ разомкнут, но пружина реле в местном офисе отрегулирована таким образом, чтобы отводить якоря от магнитов всякий раз, когда ток ослабевает из-за увеличения сопротивления, так что с помощью этого средства обычное телеграфное реле азбуки Морзе может работать, даже не размыкая цепь полностью. В системе Way duplex на каждой станции имеется сопротивление, которое включается и выключается нажатием ее ключа, что заставляет все приборы в линии работать одновременно, за исключением двух реле гармоник, расположенных по одному на каждом конце линии. Они не будут реагировать ни на что, кроме вибрационного сигнала.

Чтобы реле Морзе в местных офисах не реагировали на вибрационный ток, к ним подсоединен конденсатор. Этот конденсатор служит двум целям: он позволяет коротким импульсам вибрирующего тока проходить вокруг реле, не встречая сопротивления со стороны катушек магнитов, а в промежутках между пульсациями каждый конденсатор будет разряжаться через реле в местных офисах и, таким образом, заполнять промежуток между пульсациями, создавая эффект постоянного тока на реле. Когда линия оборудована таким образом, ее можно

рассматривать во всех отношениях как два отдельных провода, один из которых работает в режиме реального времени, а другой - через бизнес. Это любопытное сочетание науки и механизма.

Еще одно интересное применение было сделано системой передачи музыкальных тонов — Эдисоном несколько лет назад. Мы имеем в виду передачу сообщений к движущемуся железнодорожному составу и обратно с головным офисом в конце линии. В этом случае сообщение было передано на часть расстояния по воздуху; — еще один пример беспроводной телеграфии. Операция заключалась в следующем: к одному из проводов, натянутых на столбы, ближайшие к рельсам, был прикреплен вибратор и ключ на конце провода, аналогичный только что описанному способом duplex. В одной из машин были еще одна батарейка, ключ и вибратор, и поскольку использовался только один звуковой сигнал, не требовалось никакого устройства выбора тона или реле гармоник, а вместо этого использовался обычный приемный телефон для считывания длинных и коротких звуков, передаваемых по линиям. Один конец аккумулятора в автомобиле был соединен через колеса с землей, в то время как другой конец был соединен с металлической крышей автомобиля. Имея такое оборудование, мы предположим, что наш поезд находится в пути в сорока или пятидесяти милях от обоих концов линии, двигаясь со скоростью сорок миль в час. Скажем, машинист в Чикаго желает отправить сообщение движущемуся поезду; он управляет своим ключом обычным способом, который заставляет ток на линии вибрировать в течение времени нажатия клавиши. Эти электрические колебания заставляют магнитные колебания, или эфирные волны, исходить от провода во всех направлениях под прямым углом к направлению тока, подобно лучам света. Ударяясь о крышу автомобиля, они создают электрические импульсы в металле за счет индукции (описано в главе VI). Эти импульсы передаются через телефон, расположенный в машине, на землю. Оператор азбуки Морзе, слушающий, приложив телефон к уху, услышит сообщение через музыкальный тон, разделенный на азбуку Морзе. Подобным образом оператор в автомобиле может передать сообщение на крышу автомобиля, а оттуда по воздуху на провод, который будет услышан любым слушающим в телефоне, подключенном к этой цепи, — и, фактически, оно будет услышано с любого провода, который может быть натянут на любой из столбов по обе стороны дороги.

Несколько лет назад подобный эксперимент был проведен на одной из дорог между Милуоки и Чикаго.

Какие замечательные вещи можно сделать с помощью электричества! Как слуга человека, он надежен и точен — кажется, что почти обладает качествами послушания — когда находится под разумным руководством, что согласуется с законами природы; но при других условиях он превращается из добровольного слуги в жесткого хозяина, не колеблясь разрушающего жизнь или собственность, невзирая на людей или вещи.

ГЛАВА XV.

ТЕЛЕФОНИЯ.

В предыдущих главах я описал метод телеграфной передачи музыкальных звуков и его применение к многократной телеграфии, а также к способу связи с движущимся железнодорожным составом. Как я уже говорил в предыдущей главе, после открытия метода передачи гармонии, а также мелодии, я имел в виду две линии развития: одну в направлении множественной телеграфии, а другую - в направлении передачи членораздельной речи. Я не буду пытаться называть имена всех людей, внесших свой вклад в разработку телефона (поскольку одно это заполнило бы целый том), а опишу только свою долю в истории ухода с работы, чтобы воздать должное каждому за его вклад. Хотя я не собираюсь здесь вступать в какие-либо споры относительно приоритета изобретения телефона, я хочу сказать, что с того момента, как я начал свои исследования зимой 1873-4 годов, и до некоторого времени после того, как я представил свою спецификацию на говорящий или артикулирующий телефон, зимой 1875-76 годов, я понятия не имел, что кто-либо еще делал или делает что-либо в этом направлении. Далее я хочу сказать, что если бы я подал свое описание телефона в качестве заявки на патент, а не в качестве оговорки, и подал на него патентный иск, не изменив ни слова в спецификации в ее нынешнем виде, мне был бы присужден приоритет изобретения судом. Это утверждение подтверждается высшим юридическим органом. По закону *предостережение* (латинское слово, означающее "Пусть он остерегается") является предупреждением другим изобретателям о защите неполного изобретения; тогда как фактически защищаемое изобретение может быть полным. Закон предполагает, что *заявка* на выдачу патента подается на завершённое изобретение; но она может быть неполной и очень часто таковой является. Часто имело бы очень большое значение, если бы решения принимались в соответствии с фактами по делу, а не в соответствии с нормами права и практики, которые иногда приводят к большой несправедливости по отношению к отдельным лицам.

Как уже говорилось в другой главе, летом 1874 года я отправился в Европу в поисках телефона, взяв с собой свой аппарат в том виде, в каком он был разработан в то время. Ранней осенью я вернулся домой и возобновил свою экспериментальную работу. Во время этих экспериментов произошло много интересных вещей.

Я помню, что осенью или в начале зимы 1874 года я был в Милуоки со своим аппаратом, проводя некоторые эксперименты с проводом между Милуоки и Чикаго. У меня был с собой музыкальный передатчик, и однажды вечером, для развлечения нескольких друзей в Ньюхолл-Хаусе, через улицу от телеграфной конторы в один из номеров отеля был протянут провод. На телеграфе мистером Гудриджем, который в то время был моим помощником, прозвучало множество мелодий, которые, как уже говорилось, передавались через улицу. В те дни в телеграфии было обычной практикой использовать одну батарею для большого количества линий. Например, начиная с одного провода заземления, который соединен, скажем, с отрицательным полюсом батареи, от положительного полюса могут быть подключены две, три или полдюжины линий, идущих в разных направлениях, соединяющихся с землей на дальнем конце, таким образом замыкая их цепи. Для передачи звуковых сигналов через улицу в тот вечер мы подключили наш линейный провод к батарее телеграфной компании, которая состояла из 100 или более элементов и имела еще четыре или пять линий, расходящихся от конца батареи в разные части Висконсина. Наша линия была подключена к батарее (без изменения каких-либо

ее соединений) на двадцать ячеек от провода заземления. При передаче каждая вибрация на мгновение отключала эти двадцать ячеек от линий, которые были соединены со всей батареей. Результатом этого (эффекта, которого мы не ожидали в то время) была подача вибрационного тока по всем линиям, которые были подключены к этой единственной батарее, а также по всей улице. В течение часа или двух звучало множество знакомых мелодий, которые, сами того не сознавая, вызвали большой переполох по всему штату Висконсин, во многих офисах, через которые проходили эти различные линии.

На следующее утро из различных городов к западу, северо-западу и северу начали поступать отчеты и запросы, содержащие подробности явлений, которые были замечены приборами, расположенными в различных офисах вдоль линий. Они сообщили, что их передачи были исполнены в виде мелодий; один участник сказал, что, по его мнению, инструменты проводили молитвенное собрание, поскольку довольно долго казалось, что они поют мелодии гимнов, но в конце концов это предположение развеялось, потому что они стали веселыми и запели "Янки Дудл".

Один оператор, живущий в сосновых лесах северного Висконсина, похоже, отнесся к этому не так жизнерадостно, как некоторые другие. В тот вечер он сидел один на телеграфе, когда ему показалось, что он слышит звуки горна вдалеке; он встал и подошел к двери, чтобы прислушаться, но ничего не услышал; но, вернувшись в комнату, он очень слабо услышал те же звуки горна. Он был склонен к некоторым суевериям и очень нервничал; в конце концов, оглядевшись по сторонам, он обнаружил звук в своем ретрансляторе, но это ему не помогло. С суеверным благоговением он несколько мгновений слушал инструмент, пока тот издавал торжественные звуки "Old Hundred", затем внезапно перешел к веселому исполнению "Yankee Doodle". Это было слишком для нашего нервного друга, и, поспешно надев пальто, он ушел из офиса на ночь глядя.

В другой раз, когда я читал лекцию в одном из городов за пределами Чикаго, где проводились выставки музыки, передаваемой из Чикаго, один из операторов на линии был очень удивлен тем, что его коммутатор внезапно стал музыкальным. Был отдан приказ отключить инструменты во всех местных офисах от конкретной линии, которой я пользовался. Следовательно, инструмент в этом конкретном офисе не входил в схему, по которой передавались мелодии. Однако провод проходил через его распределительный щит, и, вероятно, из-за неплотного соединения или искусственного эффекта, при каждой электрической пульсации, проходившей по линии, возникала искра, которая перескакивала через короткое расстояние, воспроизводя таким образом ноты различных исполняемых мелодий.

Вы помните, в одной из глав, посвященных звуку (том II), утверждается, что музыкальный тон состоит из последовательности звуков, повторяющихся через равные промежутки времени, и что высота тона определяется количеством звуковых импульсов в секунду. Применив этот закон к искрам, вы сможете увидеть, как коммутатор воспроизводит мелодии для оператора.

В вышеупомянутых экспериментах по передаче музыкальных тонов телеграфным способом я использовал великое множество различных разновидностей приемников. Некоторые из них были сконструированы с металлическими диафрагмами, установленными на отдельных электромагнитах, мало чем отличающихся от приемника обычного телефона. Эти приборы могли бы как передавать, так и принимать членораздельную речь, если бы были подключены к цепи с нужным количеством батареи для обеспечения необходимого магнетизма. Однако в то

время, когда они были впервые изготовлены — в 1874 году, - они не использовались таким образом. Я назвал их обычными приемниками, поскольку они были разработаны для воспроизведения всех тонов одинаково хорошо. Я спроектировал и сконструировал приемник другой формы, в некоторой степени основанный на теории гармонического телеграфа.

Это состояло из электромагнита значительных размеров, установленного на деревянном стержне длиной около десяти футов. На этом стержне были также установлены резонирующие коробки или трубки, сделанные из дерева нужного размера, чтобы их воздушные полости соответствовали различным высотам передающих язычков, так что каждый тон усиливался какой-либо из этих воздушных полостей, таким образом придавая музыкальным нотам более громкий и резонансный эффект.

Здесь было два типа приемников, один из которых принимал как один звук, так и другой, но ни один из них не был таким громким, в то время как другой был сконструирован по принципу выбора и повторного усиления, так что определенная нота звучала из коробки, имеющей резонатор, соответствующий высоте тона, и была намного громче и гораздо лучшего качества, чем я мог получить от диафрагменного приемника. Один из этих приемников указывал на гармонический телеграф, а другой - на переговорный телефон. Я знал, что у меня есть приемник, который воспроизводит членораздельную речь или что-либо еще, что может быть передано.

Мои первые представления о передатчике членораздельной речи были несколько сложными. Я задумал воронку из тонкого металла с большим количеством маленьких выступов, изолированных от воронки на одном конце и слегка соприкасающихся с воронкой на другом конце. Эти райдеры должны были быть изготовлены всех размеров и веса, чтобы реагировать на все уровни вибрации. В свете сегодняшнего дня мы знаем, что такое устройство передавало бы членораздельную речь, но, возможно, не так хорошо, как это было бы при правильной настройке одной точки. Мой разум цеплялся за эту идею до осени 1875 года, когда наблюдение, которое я сделал на улице, изменило весь ход моих размышлений и решило проблему. Инцидент, о котором я говорю, произошел в Милуоки, где я тогда экспериментировал. Однажды, выполняя поручение, я заметил двух мальчиков с банками из-под фруктов в руках, у которых нитка была прикреплена к центру дна каждой банки и протянута через улицу примерно на расстоянии 100 футов друг от друга. Они разговаривали друг с другом, один прижимал рот к банке, а другой - к уху. В то время я еще не слышал об этом "телеграфе влюбленных", хотя он был старым. Говорят, что он использовался в Китае 2000 лет назад.

Два мальчика, казалось, вполголоса разговаривали друг с другом, и мой интерес немедленно пробудился. Я взял банку из рук одного из мальчиков (как сейчас помню, довольно грубо) и, приложив ухо к ее горлышку, услышал голос мальчика на другой стороне улицы. Я немного поговорил с ним, затем заметил, как шнур соединен на дне двух банок, и внезапно проблема электрической передачи речи была решена в моем сознании. У меня не было возможности сразу сконструировать инструмент, так как у меня был партнер, который выделял деньги на разработку гармонического телеграфа и не желал слушать о каких-либо сопутствующих экспериментах. Я помню, как однажды сел рядом с этим партнером и рассказал ему, что я мог бы сделать для передачи речи по проводам. Я сказал ему, что, по моему мнению, это было бы очень ценно, если бы сработало. Он бросил на меня взгляд, который я никогда не забуду, но не сказал ни слова. Этот взгляд выражал больше смысла, чем все слова, которые он мог бы сказать, и я не осмелилась снова затрагивать эту тему.

Однако, как только я нашел возможность, не сказав ни слова никому, кроме моего патентного поверенного, я подал описание, сопровождаемое чертежами, говорящего телефона, которое сегодня вошло в историю как первое полное описание работы говорящего телефона. В нем описывалось устройство, которое, будучи сконструированным, работало так, как описано, и историческим фактом является то, что первая членораздельная речь, передаваемая электрически в этой стране, была передана передатчиком, сконструированным по описанному принципу и почти идентичным чертежам, приведенным в моем предостережении. Хотя передатчик, описанный в этом предупреждении, был не лучшей формы, он передавал речь и содержал основополагающий принцип всех телефонных передатчиков, используемых сегодня.

Существует два метода передачи речи. Один известен как метод магнето, а другой заключается в изменении сопротивления цепи. Мой первый передатчик был сконструирован на последнем принципе.

Я прилагаю к этому выдержки из моей спецификации, поданной 14 февраля 1876 г.:

Всем, кого это может касаться:— Да будет известно, что я, Элиша Грей из Чикаго, в графстве Кук и штате Иллинойс, изобрел новое искусство передачи вокальных звуков телеграфным способом, описание которого приводится ниже: Целью моего изобретения является передача тонов человеческого голоса по телеграфной сети и воспроизведение их на принимающем конце линии, чтобы люди могли вести настоящие разговоры на больших расстояниях друг от друга. Я изобрел и запатентовал способы передачи музыкальных впечатлений или звуков телеграфным способом, и мое настоящее изобретение основано на модификации принципа указанного изобретения, который изложен и описан в письменном патенте Соединенных Штатов, выданном мне 27 июля 1875 года, соответственно под номерами 166 095 и 166 096, а также в заявке на получение письменного патента Соединенных Штатов, поданной мной 23 февраля 1875 года. * * * Мое нынешнее убеждение заключается в том, что наиболее эффективным методом создания устройства, способного реагировать на различные тона человеческого голоса, является тимпан, барабан или диафрагма, натянутые поперек одного конца камеры и несущие устройство для создания колебаний потенциала электрической цепи и, следовательно, изменения ее мощности. Передаваемые таким образом вибрации передаются по электрической цепи на приемную станцию, в цепь которой включен электромагнит обычной конструкции, воздействующий на диафрагму, к которой прикреплен кусок мягкого железа, и эта диафрагма натянута поперек приемной камеры озвучиванияС, несколько похожей на соответствующую камеру озвучиванияА.

Диафрагма на приемном конце линии, таким образом, подвергается вибрациям, соответствующим вибрациям на передающем конце, и издаются слышимые звуки или слова.

Очевидным практическим применением моего усовершенствования будет предоставление возможности людям, находящимся на расстоянии, общаться друг с другом по телеграфу, точно так же, как они сейчас делают в присутствии друг друга, или через переговорную трубку.

Я заявляю, что моим изобретением является искусство передачи вокальных звуков или разговоров телеграфным способом по электрической цепи.

Эта спецификация сопровождалась вырезками передатчика и приемника, соединенных линейным проводом, и показывающими, что один человек разговаривает с передатчиком, а другой слушает в приемнике. Эти сокращения можно увидеть в различных книгах на тему телефонии.

ГЛАВА XVI.

КАК РАЗГОВАРИВАЮТ ПО ТЕЛЕФОНУ.

Все знают, что такое телефон, потому что он есть почти в доме каждого мужчины. Но хотя все знают, что это такое, очень немногие (говоря сравнительно) знают, как он работает. Если вы вспомните, что было сказано о звуке и электромагнетизме, это будет нетрудно понять.

Когда кто-либо произносит произносимое слово, воздух начинает дрожать или вибрировать особой формы, и каждый отдельный звук имеет разную форму. Следовательно, каждое членораздельное слово отличается от любого другого слова не только как форма в воздухе, но и как ощущение в мозгу, где колебания воздуха передаются через орган слуха; иначе мы не могли бы отличить одно слово от другого. Каждое другое слово вызывает разные ощущения, потому что есть физическая разница в виде формы или движения в воздухе, в котором оно произносится. Если одно слово содержит 1000 одновременных движений воздуха, а другое 1500, вы можете видеть, что в воздухе есть физическая или механическая разница.

Конструкция телефона простейшей формы такова: возьмите кусок железного стержня длиной в половину или три четверти дюйма и толщиной в четверть дюйма и, надев на каждый конец катушки для удержания провода на месте, намотайте на него тонкую изолированную медную проволоку; прикрепите конец этой катушки к концу постоянного магнита с прямым стержнем. Затем поместите все это в подходящую рамку и установите тонкую круглую диафрагму (мембрану или пластину) из железа или стали, удерживаемую за ее края так, чтобы свободный конец катушки приближался к центру диафрагмы, но не касался его. Эта диафрагма должна жестко удерживаться по краям.

Теперь, если два конца изолированных медных проводов подсоединены к подходящим крепежным винтам, инструмент готов.

Постоянный стальной магнит выполняет двойную функцию. Когда телефон впервые использовался в коммерческих целях, прибор, который сейчас используется в качестве приемника, использовался также и в качестве передатчика. В качестве передатчика это динамо-электрическая машина. Каждый раз, когда железная диафрагма перемещается в магнитном поле полюса постоянного магнита, который в данном случае является свободным концом катушки (железо катушки намагничивается при контакте с постоянным магнитом), в проволоке, намотанной на катушку, возникает ток; короткий импульс, длящийся только до тех пор, пока длится движение. Интенсивность импульса будет зависеть от амплитуды и скорости движения диафрагмы. При длительном движении будет сильный ток, и наоборот. Если произносится звук, и даже если множество звуков, необходимых для образования слова, произносится диафрагмой, последняя участвует в своеобразных движениях воздуха, которые

воздействуют на нее. Она раскачивается или вибрирует в воздухе, и если это идеальная диафрагма, то она движется точно так же, как воздух, как по амплитуде, так и по сложности движений. Вы помните, что в главе о качестве звука (Т. II) было сказано, что в интонациях некоторых голосов были сотни, а иногда и тысячи наложенных друг на друга движений, которые придавали им элемент, который мы называем качеством.

Все эти сложные движения передаются воздухом диафрагме, и диафрагма создает электрические токи в проволоке, намотанной на катушку, точно соответствующие по количеству и форме, так что ток формируется точно так же, как воздушные волны. Теперь, если мы подключим к цепи другой телефон и поговорим с одним из них, диафрагма другого будет вибрировать от посылаемого электрического тока и будет двигаться в унисон с ним и совершать точно такие же движения относительно, как по количеству, так и по амплитуде.

Будет ясно, что если принимающая диафрагма совершает те же движения, что и передающая диафрагма, она будет приводить воздух в такое же движение, в каком находится воздух на передающем конце, и будет производить те же ощущения, когда воспринимается мозгом через ухо. Если движение воздуха соответствует движению любого произносимого слова, то оно будет одинаковым на обоих концах линии, за исключением того, что оно не будет таким интенсивным на принимающем конце; оно относительно одинаково. И вот как разговаривают по телефону.

Я уже говорил, что постоянный магнит выполняет две функции. В случае с передатчиком это среда, через которую механическая энергия преобразуется в электрическую. Он соответствует магниту возбуждения динамо-машины, в то время как диафрагма соответствует вращающемуся якорю, а голос - паровой машине, которая приводит его в движение. Во-вторых, это создает напряжение на диафрагме, а также приводит молекулы железного сердечника магнита в состояние напряжения или магнитной деформации, и в этом состоянии и молекулы, и диафрагма гораздо более чувствительны к электрическим импульсам, посылаемым по проводу от передатчика. Этот факт был опробован автором еще в 1879 году и опубликован в журнале Американского электротехнического общества. В настоящее время эта форма телефона используется только в качестве приемника.

Передатчики изготавливались в различных формах, но существует только два общих способа передачи. Одним из них является метод магнето — тот, который мы описали, — а другой осуществляется путем изменения сопротивления тока батареи. Первый будет работать без батареи, поскольку голос, воздействующий на провод вокруг магнита через диафрагму, создает ток; во втором ток создается батареей, но формируется голосом. В последнем методе ток проходит через углеродные контакты, которые перемещаются диафрагмой. Углерод - лучшее вещество, потому что он выдерживает более широкое разделение контактов без фактического прерывания тока. Когда отделяются угольные точки, через которые проходит электрический ток, образуется дуга по тому же принципу, что и электрическая дуговая лампа.

С момента его первого использования в телефоне были внесены значительные улучшения в детали, но никаких новых принципов применительно к передаче данных обнаружено не было.

В другом месте мы говорили о различных претендентах на изобретение телефона, но здесь есть один, который был упущен из виду. Молодой человек из провинции как-то раз был на телеграфе и остался один, пока оператор уходил обедать. Внезапно эхолот заработал и загрохотал с такой скоростью, что соотечественник подумал, что нужно что-то предпринять. Он наклонился

поближе к прибору и как можно громче прокричал следующие слова: "Оператор ушел обедать". Из того, что мы теперь знаем о работе телефона, я не сомневаюсь, что он в какой-то степени передавал свой голос по проводам. Претензии этого молодого человека никогда раньше не выдвигались, и мы с опозданием воздаем ему должное. Но его утверждение ничуть не хуже многих других, выдвигаемых людьми, которые думают, что они изобретают, всякий раз, когда им приходит в голову, что можно было бы сделать что-то новое, если бы только кто-нибудь это сделал. И когда этот кто-то действительно это делает, он предъявляет на это права.

На заре существования телефона не предполагалось, что голосовое сообщение может быть передано на очень большое расстояние. Однако по мере того, как шло время и эксперименты множились, расстояние, на котором можно было общаться друг с другом по проводу, продолжало увеличиваться.

В наши дни, как всем известно, бизнесмены ежедневно общаются друг с другом по телефону на расстояние 1000 миль или более; фактически, можно передавать голос по одной цепи примерно на такое же большое расстояние, на какое практически возможен телеграф. Это подводит нас к разговору о другом телеграфном аппарате, о котором мы до сих пор не упоминали, и это телеграфный ретранслятор. Принято считать, что сообщения отправляются по одному каналу связи через весь континент, но это не тот случай, хотя каналы намного длиннее, чем были несколько лет назад. Ретранслятор - это прибор, который автоматически повторяет сообщение от одной цепи к другой. Например, если Чикаго отправляет сообщение в Нью-Йорк по двум каналам, причем подразделение находится в Буффало, ретранслятор будет расположен в Буффало и находиться под контролем как оператора в Чикаго, так и оператора в Нью-Йорке. Когда отправляется сигнал из Чикаго, одна часть ретранслятора работает в унисон с чикагским ключом и является ключом к трассе в Нью-Йорке, которая начинается в Буффало. Когда отправляется сообщение из Нью-Йорка, срабатывает другая часть ретранслятора, которая становится ключом, который повторяет сообщение на линию Чикаго. Таким образом, практический результат будет таким же, как если бы маршрут был завершен от Нью-Йорка до Чикаго. В настоящее время некоторые из медных проводов и, возможно, некоторые из более крупных железных проводов используются напрямую из Чикаго в Нью-Йорк без повторения, но все сообщения между Нью-Йорком и Сан-Франциско автоматически повторяются по крайней мере дважды, а при определенных погодных условиях чаще. Я помню, что в сырую погоду в старые времена с такими проводами, какие были тогда (железо № 9 с плохими соединениями, что придавало цепи высокое сопротивление), эти ретрансляторы устанавливались в Толедо, Кливленде, Буффало и Олбани, чтобы работать от Чикаго до Нью-Йорка. При таких условиях передача обязательно была бы медленной, потому что время работы якоря будет потеряно на каждом ретрансляторе. Рассматривая каждый ретранслятор как ключ, когда Чикаго нажимает на свой ключ, должен сработать якорь следующего ретранслятора, а затем следующего последовательно, и все это требует времени, хотя и небольшой доли секунды.

Повторитель был очень чувствительным инструментом, и с ним должен был обращаться опытный оператор. Каждый провод должен быть на своем месте, иначе прибор не работал бы. Я помню, как однажды в Кливленде посреди ночи не сработал ретранслятор. Оператор ничего не знал о принципе его действия, так что, когда он вышел из строя, ему пришлось обратиться к кому-то из своих начальников.

В это время в офисе не было никого, кто знал бы, как это отрегулировать, поэтому им пришлось послать вверх к суперинтенданту, разбудить его ото сна и привести в офис. Он заглянул под стол и обнаружил, что один из проводов оторвался от крепления и свисает вниз. Он сразу сказал: "Вот в чем проблема; я думаю, вы могли бы сами это увидеть". Оператор ответил: "Я действительно видел это, но я не думал, что один провод будет иметь какое-то значение". Он усвоил урок, который должны были усвоить все электрики, — что даже один провод имеет решающее значение в мире. Но этот оператор был в этом отношении ничуть не хуже некоторых своих начальников. Когда-то, в самом начале, один из руководителей офиса в Кливленде хотел дать некоторые указания офису в Буффало. Он велел оператору у ключа сказать Буффало то-то и то-то, когда оператор ответил: "Я не могу этого сделать; у Буффало открыт свой ключ". Чиновник немедленно сурово сказал: "Скажите ему, чтобы он закрыл это". Он забыл, что ему было бы так же трудно приказывать ему закрыть это, как было бы отправить первоначальное сообщение.

Но давайте вернемся к телефону. Хотя из Нью-Йорка в Сан-Франциско можно отправить сообщение по телеграфу, на такое расстояние невозможно позвонить по телефону, потому что пока никто не смог изобрести ретранслятор, который удовлетворительно передавал бы произносимые слова с одной линии на другую. Но если печатник и издатель не приложат максимум усилий, кто-нибудь может совершить подвиг до того, как эта маленькая книга попадет к читателю. Если это окажется правдой, пусть автор первым поздравит успешного изобретателя.

ГЛАВА XVII.

ПОДВОДНЫЕ КАБЕЛИ.

Первые попытки передачи сообщений по проводам, проложенным в воде, были предприняты примерно в 1839 году. Эти ранние эксперименты были не очень успешными, потому что искусство изоляции проводов в то время не достигло какой-либо степени совершенства. Только после того, как гуттаперчу начали использовать в качестве изолятора для подводных линий, был достигнут какой-либо существенный прогресс.

Первая линия, как гласит история, которая была успешно проложена и эксплуатировалась, проходила через реку Гудзон в 1848 году. Эта линия была построена для использования компанией Magnetic Telegraph Company.

В следующем году были успешно проведены эксперименты с гуттаперчевой изоляцией, и примерно в 1850 году через Ла-Манш между Дувром и Кале (двадцать семь миль) был проложен кабель, состоящий из одной нити провода с покрытием из гуттаперчи. Изоляция была разрушена через день или два, что продемонстрировало тот факт, что все подводные кабели должны быть защищены какой-либо броней. В 1851 году между этими двумя точками был проложен еще один кабель, содержащий четыре жилы, изолированные гуттаперчей, и поверх всего была нанесена броня из железной проволоки. Двадцать один год спустя этот кабель все еще работал и, насколько нам известно, работает и сейчас. После этой успешной демонстрации были проложены другие кабели на большие расстояния.

Эти кабели короткого замыкания продемонстрировали относительную ценность различных материалов для изоляции под водой, и было обнаружено, что гуттаперча обладает качествами, превосходящими почти любой другой материал в качестве изолятора для подводных кабелей, хотя есть много лучших материалов для изоляции воздушных линий. Гуттаперча под воздействием воздуха затвердевает и растрескивается, но под водой она кажется практически неразрушимой.

Океанская телеграфия действительно берет свое начало с прокладки первого успешного атлантического кабеля. Требовалось решить множество проблем, которые можно было решить только с помощью очень дорогостоящего эксперимента по прокладке кабеля через Атлантический океан. В первую очередь необходимо было произвести съемку дна океана между берегами Америки и Великобритании. Наиболее доступный маршрут был открыт лейтенантом ВМС США Мори, который провел серию глубоководных зондирований и обнаружил, что от Новоглаучего острова до западного побережья Ирландии дно океана было сравнительно ровным, но постепенно углублялось к побережью Ирландии, пока не достигло глубины 2000 морских саженей. Он был не настолько глубоким, чтобы кабель можно было проложить по дну, и не настолько мелким, чтобы подвергаться опасности наткнуться на волны, айсберги или крупных морских животных.

Вода ниже определенной глубины всегда спокойна и не подвержена воздействию ветров или океанских течений. Во многих других точках пересечения океана встречаются высокие горы и глубокие долины, обладающие всеми топографическими особенностями суши, поскольку дно океана представляет собой всего лишь огромный затопленный континент.

Начало прокладки первого атлантического кабеля было положено 7 августа 1857 года. Утром 7 августа 1858 года, год спустя, после серии неудач и неблагоприятных обстоятельств, которые обескуражили бы большинство людей, страна была наэлектризована депешей Сайруса У. Филда из Нью-Йорка (которому в основном обязан окончательный успех Atlantic cable) о том, что кабель успешно проложен и работает. Но этот кабель работал только с 10 августа по 1 сентября, отправив за это время 271 сообщение. В какой-то момент изоляция была нарушена, когда попытка пропустить ток с помощью большой батареи только увеличила сложность.

Отказ этого первого кабеля послужил для того, чтобы научить производителей и инженеров изготавливать кабели с учетом условий, в которых они будут использоваться. Было обнаружено, что в глубоководных районах моря можно использовать гораздо меньший по размеру и менее дорогой кабель, чем на береговых концах, где вода неглубокая. Береговые концы океанского троса сделаны очень большими по сравнению с глубоководными участками, чтобы противостоять воздействию волн и других мешающих препятствий. Далее стало известно, что наиболее успешным способом передачи сигналов по кабелю является использование небольшой батареи низкого напряжения и использование очень тонких приборов для приема сообщений. Невозможно использовать такие приборы на кабелях, которые используются на наземных линиях, в то время как было бы нетрудно передать даже вдвое большее расстояние по наземным линиям, натянутым на столбы, используя обычный телеграф Морзе.

Вода океана является проводником, а также тяжелой броней, которая окружает изоляцию кабеля. Когда ток передается по проводящим проводам в центре кабеля, они создают встречный заряд в броне и воде над ней, подобно тому, как наэлектризованное облако вызывает заряд в земле под ним противоположной природы. Этот встречный заряд, находясь

так близко к проводящему проводу, оказывает замедляющее действие на ток, проходящий через него. Обычная наземная линия, натянутая на столбы, расположенные высоко от земли, сводит этот эффект к минимуму, но чем больше проводов соединено вместе на одних и тех же столбах, тем сложнее становится передавать быстрые сигналы по любому из них.

Прибор, используемый для приема телеграфных сообщений, был изобретен сэром Уильямом Томпсоном, ныне лордом Кельвином. Одна из форм состоит из очень короткой и тонкой иглы гальванометра с крошечным зеркалом. Это зеркало так связано с падающим на него лучом света, что отражает его на градуированный экран на некотором расстоянии, так что его движения увеличиваются во много сотен раз по мере того, как оно появляется на экране. Оператор сидит в темной комнате, не отрывая глаз от экрана и положив руку на клавишу обычного инструмента Морзе. Он считывает сигнал с первого взгляда и своим ключом передает его на эхолот, который может находиться в другой комнате, где он считывается и копируется другим оператором. Другой вид приемного устройства содержит вместо зеркала тонкую стеклянную капиллярную трубку, которая подает чернила из резервуара, и с помощью этого средства движения иглы регистрируются на движущейся полоске бумаги. Символы (представляющие буквы) образованы комбинациями зигзагообразных линий. Этот инструмент представляет собой сифон-самописец.

ГЛАВА XVIII.

ТЕЛЕГРАФЫ НА КОРОТКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ.

В начале истории телеграфа короткие линии связи начали использоваться в частных целях, и поскольку азбука Морзе была знакома только тем, кто ее изучал и был опытным оператором коммерческих линий, необходимо было разработать какую-то систему, которой мог бы пользоваться любой человек с обычным английским образованием; поскольку расходы на привлечение двух операторов азбуки Морзе были бы слишком велики для всех обычных коммерческих предприятий. Эти короткие линии называются частными линиями, а используемые на них приборы назывались телеграфными приборами частной линии. Конечно, сейчас почти все они вытеснены телефоном, но они стали частью истории.

Одна из самых ранних форм короткофокусных приборов называлась дисковым телеграфом. Одним из первых изобретателей, если не первым, этого вида прибора был профессор Уитстон из Англии, который усовершенствовал стрелочный телеграф примерно в 1839 году. Приемная часть этого прибора состояла из циферблата с буквами, под которым находился часовой механизм и спусковое колесо, приводимое в движение электромагнитом. Каждый раз, когда цепь размыкалась или замыкалась, колесо продвигалось на один шаг вперед, и каждый шаг представлял одну из букв алфавита, так что колесо, подобно печатному колесу печатного телеграфа, имело четырнадцать зубцов, каждый из которых представлял две ступени. Поскольку возвратно-поступательное движение спускового механизма осуществлялось с помощью поддона или флажка с каждой стороны колеса, его движение останавливалось двадцать восемь раз за каждый оборот. Эти двадцать восемь шагов соответствуют двадцати шести буквам алфавита, точке и пробелу. На стержне направляющего колеса закреплена стрелка или

указатель, который вращается над циферблатом, состоящим из двадцати шести букв алфавита, а также точки и пробела. Указатель был отрегулирован таким образом, что, когда спусковое колесо останавливалось за один из поддонов, оно останавливалось над буквой, показывая таким образом букву за буквой сообщение, которое излагал отправитель.

Передачик состоял из рукоятки с ручкой и указателем на ней, которая была установлена над циферблатом, на котором были нанесены те же буквы, что и на лицевой стороне приемного прибора. Оборот этого кривошипа привел бы к разрыву и замыканию цепи двадцать восемь раз; иными словами, произошло четырнадцать разрывов и четырнадцать замыканий цепи. Если теперь указатель передачи и указатель приема объединены таким образом, что они оба начинаются с одной и той же точки на циферблате, а кривошип передачи вращается слева направо, указатель приема будет следовать за ним до предела своей скорости. При передаче сообщения отправитель поворачивал свою рукоятку или указатель на первую букву слова, которое он хотел передать, делая короткую паузу, а затем переходил к следующей букве, и так далее до конца сообщения, делая короткую паузу на каждой букве. Конец слова обозначался поворотом указателя к пробелу на циферблате. Принимающий оператор считывал по паузам стрелки на различных буквах. Это была система чтения по виду.

Существовало множество форм этого циферблатного телеграфа, разработанных разными изобретателями в разное время, и довольно многие из них использовались в старину. Это был медленный процесс телеграфирования, но он соответствовал эпохе, в которую он процветал. Одна из трудностей, связанных с телефонным телеграфом, заключалась в готовности передатчика и приемника выйти из унисона друг с другом; и когда это происходило, конечно, сообщение становилось неразборчивым, и вам приходилось останавливаться и объединять снова.

Примерно в 1869 году писатель изобрел стрелочный телеграф, чтобы устранить эту трудность. В этой системе передатчик и приемник были объединены в одном приборе, а вместо рукоятки вокруг циферблата были расположены кнопки по кругу, по одной напротив каждой буквы. Когда они не работали, стрелки обоих приборов на обеих станциях стояли на нуле. В процессе передачи оператор нажимал кнопку напротив буквы, которую он хотел обозначить, и сразу же стрелки обоих приборов запускались и перемещались автоматически, шаг за шагом, пока стрелка не соприкасалась со стержнем нажатой кнопки, когда она останавливалась, и в то же время отключался автоматический передающий механизм, заставляя обе стрелки оставаться неподвижными в течение времени нажатия кнопки. При отпускании кнопки оба указателя одним прыжком возвращаются к нулю.

Первая частная линия, оснащенная этим прибором, принадлежала фирме Rockefeller, Andrews & Flagler, которая впоследствии организовала компанию Standard Oil Company. Эта линия была проложена между их офисом на площади Паблик сквер в Кливленде и их заводами в Кайахога-флэтс.

Однако, казалось, что судьба писателя заключалась в том, чтобы создавать новые изобретения, которые заменяли бы старые еще до того, как они были по-настоящему введены в обиход. Очень скоро после того, как начал использоваться цифровой телеграф, их заменили печатные телеграфные аппараты для частных линий связи. Примерно в 1867 году было изобретено печатное устройство для составления биржевых отчетов, которое в одной из своих форм используется до сих пор. Вскоре после изобретения этого вида принтера была организована

компания, которая управляла не только этими линиями биржевых отчетов, но и короткими линиями для всевозможных частных целей. После изобретения инструмента биржевой отчетности печатный телеграф был несколько раз переделан для связи по частной линии. Среди прочего писатель изобрел устройство, известное как "Автоматический принтер Грея", срез и описание которого можно найти на странице 684 книги Джорджа Б. Прескотта "Электричество и электрический телеграф", опубликованной в 1877 году. Этот инструмент был принят Gold and Stock Telegraph Company в качестве стандартного принтера частной линии. Впервые он был представлен в 1871 году, и в то время, когда начал использоваться телефон, во всех ведущих городах Соединенных Штатов работало большое количество таких принтеров. Хотя этот метод был в значительной степени вытеснен телефоном, все еще есть несколько изолированных случаев, когда он используется.

Количество коротких линий связи увеличилось для самых разных целей, пока сегодня вложенные в них деньги в значительной степени не превысили сумму, вложенную в обычные коммерческие телеграфные предприятия.

Изобретение телефона создало такой спрос на услуги короткой телефонной связи, что пришлось изобрести какую-то схему не только для того, чтобы освободить место для необходимых проводов, но и для того, чтобы настолько удешевить приборы, чтобы сделать их доступными для обычного делового человека.

Эта проблема была решена (но не без многих трудностей) открытием так называемого "центрального вокзала". С помощью этой системы один абонент просто контролирует один провод от своего офиса или резиденции до центральной станции; здесь он может соединить свою линию с любым другим проводом, подключенным к этой же станции, позвонив центральному оператору и запросив необходимый номер. Бесполезно сообщать общественности, что очень часто этот номер "занят", и в этом большой недостаток системы центральных станций. Это особенно актуально в крупных городах, где имеется большое количество линий. Коммутаторы в крупных городах обязательно являются очень сложными устройствами, и для ответа на многочисленные звонки, которые постоянно поступают, требуется несколько операторов. Каждый оператор центральной станции руководит определенной секцией правления, и поскольку эта секция должна быть определенным образом связана с любой другой секцией, легко понять, в чем возникает сложность.

В крупных городах сами центральные станции приходится разделять и размещать в разных районах, соединяя их системой магистральных линий.

ГЛАВА XIX.

ТЕЛЕАВТОГРАФ.

До сих пор мы описывали несколько методов электрической связи на расстоянии, включая считывание букв и символов с первого взгляда (например, с помощью телефонного телеграфа и азбуки Морзе, выбитой на полоске бумаги); печатные сообщения и послания, принимаемые с

помощью произвольных звуков, и достигающие высшей точки в самом удивительном из всех - электрической передаче членораздельной речи.

Однако ни одна из этих систем не способна передавать сообщение, полностью идентифицирующее отправителя, без подтверждения в виде письма с автографом по почте.

В 1893 году в здании электротехники на Всемирной выставке был выставлен изобретенный писателем прибор под названием телеавтограф. Как следует из названия, это система, с помощью которой собственный почерк человека может передаваться на расстояние по проводу и воспроизводиться в факсимильном виде на принимающей стороне. Этот инструмент так часто описывался в общедоступных печатных изданиях, что мы не будем пытаться сделать это здесь по той причине, что это было бы невозможно без подробных чертежей и спецификаций. Нет необходимости утверждать, что она коренным образом отличается от других факсимильных систем телеграфии. Достаточно сказать, что когда кто-то пишет свое послание в одном городе, другая ручка в другом городе следует за ручкой-передатчиком с совершенной синхронностью; это как если бы человек писал ручкой, кончики которой находятся на большом расстоянии друг от друга, обе движутся одновременно и обе совершают совершенно одинаковые движения. С помощью этой системы человек может вести дела с такой же точностью, как при помощи почты Соединенных Штатов, и с такой же быстротой, как при помощи электрического телеграфа.

Брокер может покупать или продавать со своей подписью, приложенной к ордеру, и делать это так быстро, как только он может, любым другим способом телеграфирования, с абсолютной точностью, секретностью и совершенной идентификацией.

В 1893 году, когда это устройство впервые было выставлено на всеобщее обозрение, оно работало с помощью четырех проводов между станциями, и хотя работа, которую оно выполняло, была безупречной, использование четырех проводов делало его слишком дорогим и громоздким для коммерческих целей; поэтому все последующие годы предпринимались попытки сократить количество проводов до двух, когда оно сравнялось бы в этом отношении с телефоном. Только недавно это усовершенствование было удовлетворительно реализовано, и по причинам, изложенным выше, до сих пор не было предпринято серьезных попыток внедрить его; но оно использовалось достаточно долго, чтобы продемонстрировать его практичность и коммерческую ценность. Как в Европе, так и в Америке были организованы компании с целью внедрения телеавтографа в коммерческое использование.

С помощью переключателя, расположенного в офисе каждого абонента, провода могут быть переключены с телефона на телеавтограф или наоборот в любой момент времени. Благодаря этому устройству человек может выполнить всю предварительную работу по деловой сделке по телефону, а когда он будет готов перевести ее в черно-белое изображение, включить телеавтограф и записать это. Для обычной работы по обмену данными это, несомненно, правильный способ использования телеавтографа, потому что одна система проводов и одна система центральной станции будут отвечать за оба способа связи, и таким образом можно добиться огромной экономии средств для населения. У любого, кто знаком с работой телефона и телеавтографа, не возникает сомнений в том, что когда-нибудь они оба будут использоваться либо в одной системе, либо в отдельных системах, поскольку каждая из них имеет совершенно разные области применения — телефон для отрывочных разговоров, телеавтограф для точных деловых операций. У экспертов может возникнуть вопрос, как эти две системы могут работать в одном наборе кабелей, и это приводит нас к обсуждению явления индукции.

Каждый, кто слушал по телефону, слышал более или менее выраженную мешанину шумов, которые являются результатом работы других проводов, расположенных рядом с проводами телефона. Если бы, когда телеграфный аппарат азбуки Морзе работает на одном из нескольких проводов, натянутых на одни и те же столбы, мы вставили бы телефон в любой из проводов, натянутых на те же столбы, или на другой набор столбов, даже через улицу, мы могли бы услышать более или менее отчетливую работу этого провода азбуки Морзе в телефоне, в зависимости от расстояния, на котором провод находится от цепи Азбуки Морзе. Это явление является результатом индукции, вызванной магнитными эфирными волнами, которые возникают всякий раз, когда цепь разрывается и замыкается, как описано в главе VI.

Телефон, возможно, является самым чувствительным из всех приборов и обнаруживает электрические помехи, которые слишком слабы, чтобы их можно было ощутить практически на любом другом приборе, следовательно, на телефон охотятся все другие системы передачи электроэнергии, и по этой причине ему приходится применять средства самозащиты. Было обнаружено, что самый надежный способ предотвратить помехи в работе телефона от соседних проводов — это использовать так называемую металлическую цепь, то есть вместо протягивания одного провода от точки к точке и заземления на каждом конце, как в обычных телеграфных системах, телефонная цепь завершается использованием второго провода вместо заземления.

В качестве полной защиты от воздействия наведенных токов провода должны быть точно одинаковыми по поперечному сечению (или размеру) и сопротивлению. Они должны быть изолированы и уложены вместе с небольшим перекручиванием. Последнее должно привести к тому, что два скрученных таким образом провода всегда будут находиться в среднем на одинаковом расстоянии от любого смежного провода.

Одним из факторов, определяющих интенсивность наведенного тока, является расстояние от провода, по которому он течет, до источника индукции. Телефон, включенный в цепь на конце двух проводов, которые таким образом проложены вместе, будет практически свободен от воздействия индуцированных токов, возникающих при работе смежных проводов — по этой причине: всякий раз, когда ток индуцируется в одном из провисших скрученных проводов, он индуцируется в обоих одинаково; два импульса одинаковой полярности встречаются в телефоне, где они уничтожают друг друга. Чтобы получить идеальный результат, мы должны иметь идеальные условия, которые никогда не достигаются абсолютно, но которых почти достаточно для всех практических целей.

На заре телефонии большие трудности возникали при использовании одного провода, заземленного на каждом конце обычным способом, если он проходил рядом с другими проводами, которые активно использовались. С течением времени и введением в эксплуатацию электрического освещения и электрической железной дороги эти трудности значительно возросли, и до сих пор в крупных городах телефонные компании быстро переходят на двухпроводную систему, которая вскоре станет универсальной для телефонных целей во всем мире, за исключением, возможно, нескольких деревень, где нет других систем передачи электроэнергии. Для успешной работы телефона и телеавтографа по одним и тем же кабелям необходимо очень тщательно устанавливать и обслуживать эти устройства защиты от индукции.

ГЛАВА XX.

НЕСКОЛЬКО КУРЬЕЗОВ.

До недавних пор никто не предполагал, что солнечный луч может смеяться когда-либо, кроме как в стихах. Но современный ученый вывел это из области поэзии и поместил в прозаическую игру повседневной жизни. Радиофон, изобретенный А. Г. Беллом, представляет собой инструмент, с помощью которого членораздельные или другие звуки передаются с помощью луча света. У него пока нет практического применения, и он никогда не выходил за рамки эксперимента, но как часть научной информации он очень интересен.

Если мы введем в электрическую цепь кусок селена, приготовленный определенным образом, его сопротивление как электрического проводника претерпит радикальные изменения при попадании на него солнечного луча. Например, так называемый селеновый элемент, который в темноте измерял бы сопротивление в 300 Ом, при воздействии солнечного света имел бы сопротивление всего около 150 Ом. Такое изменение величины короткого замыкания с низким сопротивлением привело бы к значительному изменению силы тока, проходящего через него от батареи заданного напряжения.

Если теперь мы подсоединим селеновый элемент к одному полюсу батареи, а оттуда через телефон и обратно к другому полюсу, мы замкнем электрическую цепь, частью которой является селеновый элемент, и любое изменение сопротивления в этом элементе, если оно произойдет внезапно, будет слышно в телефоне. Пусть диафрагма телефонного передатчика имеет с одной стороны очень легкое, тонкое зеркало, на которое падает луч солнечного света и отражается от него к селеновому элементу, который может находиться на некотором расстоянии. Затем, если диафрагма начинает вибрировать от членораздельного слова или другого звука, световой луч также начинает вибрировать, что вызывает колебательное изменение сопротивления в селеновом элементе в соответствии со световыми вибрациями; а это, в свою очередь, переводит электрический ток в состояние симпатической вибрации, которая слышна в телефоне. Таким образом, если человек смеется, говорит или поет диафрагме, солнечный луч смеется, говорит и поет и рассказывает свою историю электрическому току, который воздействует на телефон в виде слышимых звуков — членораздельных или иных. Вместо телефона, батарейки и селенового элемента в качестве приемника можно использовать блок вулканита или некоторых других веществ; поскольку световой луч, вызывающий вибрацию, обладает способностью вызывать звуковые или симпатические вибрации в определенных веществах.

Была предпринята попытка другого любопытного применения селенового элемента, но она едва ли вышла за рамки теории. Этот аппарат, если его усовершенствовать, можно было бы назвать телефотом. Это устройство, с помощью которого изображение с подсветкой на одном конце линии из множества проводов воспроизводится на экране на другом конце. Фактически передается не свет, а только его эффекты. Предположим, изображение разбито на маленькие квадраты, и каждому квадрату соответствует селеновый элемент, и для каждого селенового элемента есть провод, идущий к удаленной станции, в цепи которой есть аккумулятор. На удаленной станции есть маленькие заслонки, по одной на каждый провод, которые управляются электрическим током и отрегулированы таким образом, что, когда ячейка на

передающем конце находится в темноте, заслонка будет закрыта. Теперь, если на изображение на передающем конце будет направлен сильный свет, и каждый квадрат изображения отразит свет на соответствующую селеновую ячейку, то высокие уровни освещенности изображения будут отражать более сильный свет, чем тени, и, следовательно, по проводам, соответствующим квадратам с высоким уровнем освещенности, будет протекать более сильный электрический ток, потому что сопротивление цепи меньше, чем у проводов, соединенных с более темными тенями. Таким образом, степень силы тока в различных проводах будет соответствовать интенсивности света, отражаемого различными участками изображения. Жалюзи отрегулированы таким образом, что степень открывания зависит от силы тока. Жалюзи, соответствующие яркому освещению изображения, будут открываться наиболее широко и отбрасывать на экран самый сильный свет от источника света, расположенного за жалюзи. Меньше всего открываются ставни, на которые воздействуют тени от картины. Поскольку изображение, создаваемое на экране источником света, полностью состоит из огней и теней, теория состоит в том, что это устройство совершенной конструкции могло бы передавать любое изображение на расстояние по телеграфным проводам. Не следует понимать, что лучи света передаются по проводам так же, как звуковые колебания. Свет, по сути, может передаваться только через светonosный эфир, как мы видели в главе о свете в томе II.

Пока мы говорим об этих любопытных методах телеграфной передачи, я хотел бы сослаться на аппарат, сконструированный писателем в 1874-1875 годах с целью приема музыкальных звуков или композиций, передаваемых на расстоянии по проводам с помощью электричества. (Фрагмент этого аппарата показан на странице 875 книги Прескотта "Электричество и электрический телеграф", изданной в 1877 году.) Он состоит из металлического диска, вращаемого кривошипом, установленным на подходящей подставке. Электрическая цепь проходит через диск к руке оператора, соприкасающегося с ним, а оттуда по линейному проводу поступает на удаленную станцию. Теперь, если на этой станции воспроизводится мелодия на электрической клавиатуре, как описано в предыдущей главе, и диск вращается при соприкосновении с ним пальцев, мелодия или другие звуки будут воспроизводиться кончиками пальцев. После того, как был изобретен и введен в эксплуатацию телефон, я использовал этот вращающийся диск в качестве приемника для передачи речи, а также музыки, и с помощью этого средства люди могут вести устный разговор кончиками пальцев. В сознании некоторых людей этот аппарат был отождествлен с электромотографом Эдисона. Явления электромотографа были вызваны химическими эффектами, в то время как только что описанный аппарат является электростатическим по своему действию. Электростатический диск был изготовлен зимой 1873-4 годов, в то время как электрохимическое открытие Эдисона было сделано некоторое время спустя.

ГЛАВА XXI.

БЕСПРОВОЛОЧНЫЙ ТЕЛЕГРАФ.

Вообще говоря, "Беспроволочный телеграф" - это любой метод передачи понятных сигналов на расстояние без проводов; и это включает в себя старые семафорные системы визуальных сигналов, такие как флажки и длинные деревянные ветви днем и фонари ночью; также

гелиограф (устройство для мигания солнечным светом) и звуковые сигналы, подаваемые либо по воздуху, либо по воде. Электрическая проводимость либо через разреженный воздух, либо через землю также подпадает под эту категорию.

Однако название "Беспроволочный телеграф" специально применяется к системе передачи сигналов с помощью эфирных волн, индуцируемых электрическими разрядами очень высокого напряжения. Эфирные волны большей или меньшей степени всегда возникают всякий раз, когда возникают внезапные электрические возмущения, какими бы незначительными они ни были. Эфирные волны, электрически индуцированные, вероятно, так же стары, как Вселенная. Когда "раздались громы и молнии" из облака, которое нависло над горой Синай во времена Моисея, эфирные волны огромной силы были посланы через стан Израиля. Но у людей тех дней не было ни "когерера", ни телефона, ни каких-либо других средств преобразования этих волн в визуальные или звуковые сигналы. Должны были пройти тысячи лет, прежде чем интеллект человека смог постичь значение этих природных явлений в достаточной степени, чтобы обуздать их и подчинить своей воле.

Многие люди были сильно "потрясены" — некоторые даже убиты — воздействием эфирных волн, создаваемых мощными разрядами молний между облаками и землей, когда они не находились на прямом пути удара молнии.

История беспроводного телеграфа, как и история всех изобретений, состоит из последовательных этапов, и вся работа была выполнена не одним человеком. Тот, кто получает наибольшее признание, обычно является тем, кто наносит последние штрихи и представляет их публике. Возможно, он много сделал для ее развития, а возможно, сделал очень мало.

В 1842 году Морзе пропустил ток от батареи через воду канала шириной восемьдесят футов, чтобы воздействовать на гальванометр на противоположной стороне от батареи. Это была беспроводная телеграфия с помощью *проводимости* через воду.

В 1835 году Джозеф Генри произвел воздействие на гальванометр эфирными волнами на расстоянии двадцати футов с помощью устройства из батарей и цепей, подобных показанному на [рис. 1, глава VI](#). Это называлось *индукцией* и до сих пор называется так, когда электрические эффекты передаются от одного провода к другому через эфир на короткие расстояния. Все индукционные катушки и трансформаторы (см. Главу XXIV) приводятся в действие эффектами, создаваемыми через эфир от первичной катушки ко вторичной, но на очень коротких расстояниях.

В 1880 году профессор Трубридж пропустил электрический ток через землю на расстояние одной мили, чтобы получить сигнал в телефоне. В 1881-2 годах профессор Долбир использовал для коротких расстояний (пятьдесят футов) практически то же устройство, что и Маркони сейчас, за исключением того, что первый использовал телефон в качестве приемника. Он использовал индукционную катушку, один конец вторичного провода которой был соединен с землей, в то время как другой был прикреплен к проводу, уходящему в воздух. На приемном конце провод, начинающийся от земли, уходил в воздух, проходя через телефон, который выполнял роль приемника. В 1886 году он использовал воздушного змея, чтобы поднять провод, по которому в воздух запускались электрические разряды высокого напряжения для создания эфирных волн — приемник находился на расстоянии 2000 футов. Эксперименты Долбира были обнародованы четырнадцать лет назад, но в то время не было интереса к подобным вопросам,

так что его работа привлекла мало внимания или вообще не привлекла его внимания. В 1887 году доктор Герц из Германии провел несколько экспериментов по созданию и обнаружению эфирных волн, и он многое сделал для пробуждения интереса к этому предмету, так что другие начали исследования, которые привели к его нынешнему использованию в качестве средства телеграфирования на расстояние многих миль.

В 1891 году профессор Бранли из Парижа изобрел когерер. В 1894 году Лодж усовершенствовал его и использовал в качестве детектора эфирных волн. В 1896 году, через десять лет после того, как Dolbear использовал его с воздушным змеем на передающем конце и телефоном на приемном конце, итальянец Маркони заменил телефон Dolbear связным устройством Бранли. Этот когерер сконструирован и эксплуатируется следующим образом:

Он состоит из стеклянной трубки сравнительно небольшого диаметра, неплотно заполненной металлическими опилками определенного сорта. Это скопление металлической пыли является частью цепи местной батареи, в которую помещен обычный электрический звонок или телеграфный эхолот. Сопротивление этой массы опилок настолько велико, что через нее не пройдет ток, достаточный для того, чтобы зазвонить в колокол или привести в действие эхолот, пока эфирная волна не ударит по ней и прикрепленной к ней проволоке, когда частицы металла сцепятся до такой степени, что проводимость массы значительно увеличится; так что ток достаточной мощности теперь пройдет через магнит колокола, чтобы зазвонить в нем. Перед подачей следующего сигнала опилки должны быть расслоены; и для достижения этой цели маленький "толкатель", который работает автоматически в промежутках между сигналами, наносит по стеклянной трубке серию легких ударов.

Вкратце, беспроводная система Marconi, в своей основе, состоит из мощной индукционной катушки, один конец вторичного провода которой соединен с землей, в то время как другой уходит в воздух на большее или меньшее расстояние в зависимости от расстояния, на которое желательно передавать сигналы. Чем больше расстояние, тем выше провод должен уходить в воздух. На приемном конце устанавливается провод соответствующей высоты, также соединенный с землей. В этом проводе — как часть его цепи — помещен когерер. В локальную цепь, подключенную к вертикальному проводу параллельно когереру, помещается батарейка, эхолот или колокольчик, который звонит, когда опилки соединяются.

Когда эфирная волна создается разрядом электричества в воздух, она ударяется о перпендикулярный провод приемника, и та часть волны, которая ударяет, преобразуется в электричество, которое называется индуцированным током. Именно этот ток, когда он разряжается через когерер на землю, заставляет опилки объединяться таким образом, чтобы замкнуть локальную цепь и привести в действие эхолот. Для отправки сообщения необходимо только, чтобы разряды в воздух на передающем конце соответствовали азбуке Морзе.

Хотя Маркони сделал больше, чем кто-либо другой, для улучшения и популяризации беспроводной телеграфии, история показывает, что он не изобрел ни одного из важнейших элементов, поскольку система не стала достоянием общественности.

Что он, по-видимому, действительно сделал, так это заменил телефон Dolbear на coherer из Бранли и Лоджа с его дополнениями. Нет никаких сомнений в том, что Маркони многое сделал для улучшения и расширения возможностей аппарата и демонстрации миру некоторых его

возможностей. Он был неутомимым работником и заслуживает большой похвалы; но без работы тех, кто был до него, он не смог бы добиться успеха: почести следует разделить.

Эта система использовалась в разное время для репортажей о яхтенных гонках и между кораблями. Говорят, что она также в некоторой степени использовалась во время войны в Южной Африке. Однако предстоит еще многое сделать, прежде чем его можно будет сделать полностью надежным для оборонительных работ во время войны. Как и сейчас, все, что нужно было бы сделать врагу, чтобы уничтожить его полезность, - это настроить генератор эфирных волн на автоматическую работу в любом месте в пределах "сферы влияния" системы - выражаясь дипломатично, — когда это сделало бы неразборчивым любое сообщение, которое должно быть отправлено. Чтобы сделать систему максимально полезной, необходимо изобрести какой-нибудь селективный приемник, который будет отбирать сигналы, посылаемые передатчиком, предназначенным для работы с ним.

Нет никаких сомнений в том, что со временем беспроводной телеграф будет играть важную роль во многих полезных сферах.

Существует другой способ (уже упоминавшийся) электрической передачи сигналов без проводов через землю вместо воздуха, но в данном случае это происходит не через индукционную среду, а через проводимость. В предыдущих главах объяснялось, что земные токи постоянно перетекают из одной точки в другую, где потенциалы неодинаковы. Иногда это неравенство потенциалов вызвано теплом, а иногда электричеством, как в случае с грозой. Скажем, если облако сильно заряжено положительным электричеством, земля под ним будет иметь равный заряд отрицательного электричества. Давайте проиллюстрируем это на примере приливов. Когда луна проходит над океаном, она притягивает к себе воду и имеет тенденцию как бы скапливаться в ближайшей точке между землей и Луной. Предположим, что (пока вода таким образом скапливается в точке под Луной) мы могли бы внезапно приостановить притяжение между землей и Луной — вода немедленно начала бы стекать под действием силы тяжести, пока не достигла бы общего уровня. Предположим, что на месте Луны у нас есть облако, содержащее статический заряд положительного электричества — оно притягивает отрицательный заряд к точке на земле, ближайшей к облаку. Если теперь между землей и облаком произойдет разряд, то потенциал между ними внезапно выровняется, и статический заряд, накопленный в земле, высвободится, и он рассеется во всех направлениях, стремясь к равновесию, следуя аналогии с водой; разница в том, что в одном случае движение очень медленное, в то время как в другом оно "быстрое, как молния".. Если между землей и облаком произойдет разряд.

Около восемнадцати лет назад у меня была короткая телефонная линия между моим домом и домом одного из моих соседей. Эта линия была оснащена тем, что в те дни называлось магнитопередатчиками, подобными тем, которые мы описывали в предыдущей главе, посвященной телефонной связи. Когда линия оборудована таким образом, батарейки не требуются, поскольку голос генерирует ток по принципу, используемому в динамоэлектрической машине. Часто летними вечерами, когда небо кажется безоблачным, мы можем видеть слабые вспышки молний на горизонте, явление, которое обычно называют "тепловой молнией". На самом деле, я не предполагаю, что существует такая вещь, как тепловая молния, но то, что мы видим, - это эффект очень далеких грозовых облаков. Часто в такие

моменты я подносил телефонную трубку к уху и слышал одновременно с каждой вспышкой легкий звук в телефоне. Этот эффект мог бы быть вызван на земле простым разрядом между двумя или более облаками, который распределил бы электрический разряд по большей площади. И поскольку моя линия была связана с землей, она могла быть электрически нарушена из-за проводимости, а не индукции; или это могло быть эффектом эфирных волн, создаваемых разрядами молнии. У меня нет сомнений, что оба этих эффекта (эфирные волны и проводимость через землю) могут ощущаться, когда между облаком и землей происходит разряд.

Если бы мы могли, используя обычный телеграфный ключ, вызвать разряд молнии из облака на землю, и кто-нибудь слушал бы по телефону в цепи, заземленной с обоих концов на расстоянии 100 миль или более от облака, человек, который управлял разрядами с помощью ключа, мог бы передать азбуку Морзе через землю человеку, который слушал по телефону. Тысячи людей могли бы слушать по телефонам во всех направлениях от передающей станции, и все они получили бы одно и то же сообщение. Если приемная станция находится недалеко от точки, где происходит сильный выброс из облаков на землю, то земной ток очень сильный — он распространяется во всех направлениях. В течение нескольких лет у меня была подземная линия между моим домом и лабораторией, и ни одна часть линии между двумя станциями не была надземной. Много-много раз во время сильной грозы телефонные звонки заставляли звонить на обоих концах линии из-за выброса из облака на землю, и в некоторых случаях выброс происходил на расстоянии нескольких миль. Провода не могли подвергнуться столь сильному воздействию никаким другим способом, кроме как через землю.

Из приведенных выше утверждений будет видно, что возможно передавать сообщения через землю на большие расстояния, но сложность на пути превращения этого в общую систему двоякая. Во-первых, у нас не всегда может быть под рукой грозовая туча, из которой мы могли бы передавать наши сигналы, и, во-вторых, сигналы принимались бы одинаково на всех станциях одновременно.

ГЛАВА XXII.

ЭНЕРГИЯ НИАГАРСКОГО ВОДОПАДА—ВВЕДЕНИЕ.

Как известно нашим читателям, Ниагарский водопад расположен на реке Ниагара, которая является связующим звеном между озерами Эри и Онтарио. Поверхность озера Эри находится на 330 футов выше поверхности озера Онтарио. Возвышенность, на которой расположено озеро Эри, резко обрывается в Квинстауне, который находится недалеко от места впадения реки Ниагара в озеро Онтарио. От озера Эри до водопада уровень реки постепенно понижается чуть менее чем на 100 футов, и большая часть этого (создание "порогов") происходит на последней миле выше точки, где происходит отвесный спуск на 165 футов в узкое ущелье протяженностью семь миль, по которому протекает река, постепенно понижаясь также на 100 футов на этом расстоянии. Река выше водопада широкая, ширина ее варьируется от одной до трех миль, но ниже этого места она внезапно сужается на расстоянии от 200 до 400 ярдов.

Предполагается, что когда-то водопад располагался на утесе, возвышающемся над Квинстауном, недалеко от озера Онтарио, и в то время был намного выше, чем сейчас. На протяжении долгих веков вода постепенно разъедала скалу, образуя таким образом ущелье. По оценкам разных геологов, время, необходимое для того, чтобы вернуть породу в нынешнее положение падения, составило от 15 000 до 35 000 лет. Некоторые авторитетные источники оценивают скорость износа в три фута в год, а другие - не более одного. Однако хорошо известно, что эта эрозия продолжается постоянно, и если ничего не предпринять, чтобы остановить ее, то придет время, когда ущелье протянется до озера Эри и осушит его практически до дна. Однако людям нынешнего и нескольких последующих поколений не о чем беспокоиться по этому поводу.

В первые дни, до того, как страна была заселена и берега реки были обсажены деревьями, и не было видно ни домов, ни гостиниц, ни конных вагонов; когда не было слышно, как пыхтение локомотива отдается эхом от берега к берегу; когда через реку не было перекинута мостов, портящих ее красоту, и когда природа была единственным архитектором и украшателем, Ниагарский водопад, должно быть, был одним из самых привлекательных мест на земле; по крайней мере, это место из всех мест, где могучие энергии природы собраны воедино в одной грандиозной демонстрации возвышенной силы. Здесь веками продолжалась одна и та же грандиозная выставка, и хотя человеческий глаз не мог ее увидеть, те из нас, кто верит, что природа - это не случайность, а что она была спланирована разумом, бесконечно превосходящим разум любого человека, могут легко представить, что Великий Архитектор и создатель этой самой природы не только планирует, но и наслаждается творением Своих рук. Почему бы и нет? Веками одно и то же солнце во время своего ежедневного обхода отражало эту красиво окрашенную радугу, здесь являющуюся продуктом солнечного света и тумана. Одна и та же вода на протяжении этих последовательных эпох поднималась к облакам силой солнечных лучей и возвращалась к истокам фонтанов на крыльях ветра, и там конденсировалась в дождевые капли, которые падали на сушу, озеро и реку, и, в свою очередь, переносились через тот же водопад в его дальнейшем течении к морю, только для того, чтобы снова быть захваченной облаками; и таким образом, на протяжении вечного круга она продолжала двигаться благодаря этому могучему двигателю природы, солнцу. Говорят, что "мельница никогда не будет молоть с той водой, которая прошла". Это верно только в поэзии. На самом деле, "ушедшая вода" часто может вернуться, чтобы помочь мельнице снова помолотиться.

Энергия воды в течение многих лет использовалась в небольших масштабах для выработки электроэнергии с помощью динамо-машины, но нигде в мире для этой цели не применялась сила в таком грандиозном масштабе, как на Ниагарском водопаде. Когда кто-то стоит на берегу реки и видит огромный водопад, низвергающийся с обрыва с силой от пяти до десяти миллионов лошадиных сил, он поражен его возможностями как источника энергии, который может быть преобразован в работу, механическую и химическую, с помощью электричества.

Человеческий гений изобрел способ, с помощью которого часть этой постоянно растрачиваемой энергии может быть преобразована в электричество и распределена по разным точкам для выполнения различных видов работ. Но количество, которое пока используется, едва ли является каплей по сравнению с тем, которое могло бы быть, если бы весь поток можно было настроить на работу таким же образом, как сейчас работает очень небольшая его часть.

ГЛАВА XXIII.

ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ НИАГАРСКОГО ВОДОПАДА.

Несколько лет назад была создана компания с целью использования, в некоторой степени, этой величайшей из всех водных ресурсов. Туннель большой вместимости был проложен из точки, расположенной на небольшом расстоянии ниже водопада, на уровне, немного возвышающемся над рекой в этом месте. Общее направление этого туннеля - вверх по реке; он имеет около полутора миль в длину и заканчивается в точке у берега реки, в миле или более от водопада. Над концом этого туннеля на поверхность выходит вертикальная шахта, где из цельного камня построена электростанция больших размеров. В настоящее время она достаточно длинная, чтобы вместить десять динамо-машин гигантских размеров. Сбоку от этой электростанции прорезан глубокий широкий канал, который в этом месте сообщается с рекой и по которому течет вода, которая должна обеспечивать электроэнергию. Конечно, уровень воды в этом канале такой же, как и в реке.

Фундаменты электростанции простираются до дна туннеля, который в этой точке находится на глубине 180 футов под поверхностью земли. Другими словами, подвал или яма под электростанцией имеет глубину 180 футов и сообщается с большим туннелем, выход из которого находится под водопадом.

Каждая из десяти динамо-машин приводится в движение водяным колесом турбины, расположенным на дне ранее описанной ямы. Колесо турбины находится на нижнем конце непрерывной шахты, которая простирается от точки у дна туннеля до точки на высоте десяти-пятнадцати футов над полом электростанции (которая находится примерно на уровне поверхности земли).

Этот вал помещен в водонепроницаемом цилиндре такого диаметра, который пропускает достаточное количество воды, и соединяется с колесом турбины снизу обычным способом. Вода поступает в верхнюю часть этого цилиндра из канала, так что колесо находится под давлением падающего столба воды высотой более 140 футов. Вода, пробиваясь снизу через турбину, вращает ее и ее длинный, уходящий вверх вал с огромной мощностью и позволяет ей приводить в действие динамо-машины в вышеприведенной электростанции, как будет описано далее. Вода выходит через колесо таким образом, что поднимает весь вал, устраняя таким образом огромную концевую тягу вниз, которая в противном случае сильно мешала бы работе машины из-за трения. После того, как вода сделает свою работу, она стекает по туннелю в реку под водопадом.

К верхнему концу приводного вала прикреплен большой вращающийся колпак в форме зонтика; к периферии (окружности) этого колпака прикреплено кольцо из кованой стали толщиной 5 дюймов, диаметром около 12 футов и шириной от 4 до 5 футов. Вся вращающаяся часть, включая кольцо, на котором установлены возбуждающие магниты, колпак и вал, ведущий на дно шахты, где закреплено колесо турбины, весит около тридцати пяти тонн.

Динамо-машины относятся к переменному типу и сравнительно просты по конструкции. В предыдущей главе о динамо-машине было указано, что фундаментальной особенностью является связь, которую возбуждающий магнит и якорь поддерживают друг с другом, и что в некоторых случаях возбуждающий магнит вращается, в то время как часть, которая технически называется якорем, остается неподвижной. В других случаях якорь вращается, а возбуждающие магниты неподвижны. Во втором случае используются щетки и коллекторы для улавливания и передачи вырабатываемой электроэнергии, в то время как в первом они не нужны, что упрощает конструкцию машины.

Как мы уже говорили, динамо-машины, используемые на Ниагаре, сконструированы с вращающимися магнитами возбуждения, которые прикреплены болтами к внутренней поверхности стального кольца, закрепленного на кожухе, так что к машине не подключены щетки, за исключением маленьких, которые используются для подачи тока к магнитам возбуждения.

Ток для подачи электроэнергии вырабатывается в большом неподвижном якоре диаметром около десяти футов и той же глубины, что и вращающееся кольцо. Вращения кольца посылают токи переменной полярности, и каждая из десяти машин будет вырабатывать электрическую энергию, равную 5000 лошадиных сил, так что, когда работа, которая сейчас ведется, будет завершена, 50 000 лошадиных сил могут быть выработаны в виде электричества. В настоящее время на различные промышленные предприятия фактически поставляется около 35 000 лошадиных сил. Динамо-машины установлены горизонтально, поскольку вал, соединяющий их с колесом турбины, находится в перпендикулярном положении.

Не вся энергия, вырабатываемая водяным колесом, преобразуется в электричество, но часть ее проявляется в виде тепла. Чтобы предотвратить нагревание до такой степени, чтобы оно стало опасным для машины, она должна быть сконструирована таким образом, чтобы обеспечивать достаточную вентиляцию для охлаждения. Арматура сконструирована таким образом, что по всей ней проходят воздушные каналы, а в верхней части вращающегося кожуха расположены две воздушные трубки в форме колпака, установленные таким образом, чтобы пропускать воздух вниз через арматуру, которая отводит тепло и обогревает электростанцию по принципу печи с горячим воздухом. Эта огромная машина, которая, в некотором смысле, так проста по своей конструкции, в действии вызывает у зрителя ощущение удивительной мощи. Только когда мы стоим рядом с такими выставками, какие можно увидеть в этом энергетическом центре, придуманном и исполненном человеческим гением, и в этом более великом присутствии - могучем Ниагарском водопаде, - мы получаем некоторое представление о силе тихой, но могущественной энергии великого царя дневного света, солнца.

Есть очень много интересных деталей, связанных с этой замечательной силовой установкой, некоторые из которых мы опишем в общих чертах.

В нескольких футах от каждой из огромных динамо-машин стоит очень красиво сконструированный механизм под названием governor. Регулятор регулирует частоту вращения динамо-машин, частично открывая и закрывая водяные заслонки, которые регулируют подачу воды в турбины. Может возникнуть вопрос, зачем нужно какое-либо регулирование, если всегда есть равномерный напор воды? На это есть две причины: одна из них связана с постоянным изменением нагрузки на динамо-машину, а другая - с изменением напора воды, хотя это последнее колебание происходит в течение длительных периодов. Если цепь, ведущая от

динамо-машины, разорвана, вращающаяся часть динамо-машины будет двигаться с большой легкостью и небольшой мощностью по сравнению с тем, что требуется, когда цепь замкнута, а ток выходит и выполняет свою работу. Увеличенное количество энергии, которое потребуется для поддержания движения динамо-машины с определенной скоростью при включенной нагрузке — другими словами, когда цепь замкнута — будет зависеть от величины тока, который выходит из динамо-машины для выполнения работы в других точках. Поскольку величина тока, используемого снаружи для различных целей, постоянно меняется, из этого следует, что нагрузка на динамо-машину также постоянно меняется. При изменении нагрузки скорость будет меняться, если только количество воды, поступающей в турбину, не будет изменено в аналогичной пропорции; следовательно, необходим регулятор, который будет выполнять эту работу. Вы можете легко представить, что потребуется большое количество энергии, чтобы переместить заслонку вверх или вниз при таком давлении воды за ней. Здесь невозможно подробно объяснить работу регулятора, поскольку это невозможно сделать без сложных чертежей; достаточно сказать, что все это управляется маленьким шаровым регулятором, подобным тому, который, как мы видим, используется в обычных паровых машинах для регулирования давления пара.

Подъем или опускание шариков этого регулятора лишь в очень незначительной степени приводит в действие мощность, приводимую в действие самой турбиной, которая способна перемещать водяной затвор в любом направлении в зависимости от подъема или опускания шариков. Например, если шарики поднимаются за пределы своего нормального положения, это показывает, что скорость динамо-машины увеличивается, и немедленно приводится в действие механизм, который немного перекрывает подачу воды, ровно настолько, чтобы вернуть скорость к нормальной. Если шарики падают до какой-либо степени, это показывает, что нагрузка слишком велика для количества воды и что скорость динамо-машины уменьшается; немедленно мощность приводится в действие, теперь в противоположном направлении, и водяной затвор открывается шире. Эти небольшие колебания скорости происходят постоянно, и за ними следует постоянное открывание и закрывание ворот. Это прекрасный механизм, прекрасно приспособленный для работы, которую он должен выполнять. Он постоянно стоит на страже этого грандиозного механизма, который вырабатывает энергию в 5000 лошадиных сил и предотвращает его сбой, как при выполнении "того, чего он не должен делать, так и при оставлении незавершенным того, что он должен делать". Это машина, которая в действии указывает мораль каждому мыслящему человеку, который ее видит. У каждого человека есть такой управляющий, если только у него есть склонность им пользоваться.

Далее я уже говорил, что напор воды меняется, но обычно в течение длительных периодов. Это изменение вызвано главным образом изменениями ветра, и оно намного больше, чем можно было бы предположить без изучения причин. Озеро Эри расположено в восточном и западном направлениях, и когда ветер некоторое время постоянно дует со значительной силой с запада, вода скапливается на восточной оконечности озера, что приводит к очень значительному повышению уровня реки Ниагара. Над водопадом это не так заметно, как внизу, из-за большой разницы в ширине реки в этих двух точках. Иногда высота реки под водопадом, протекающей по узкому ущелью, варьируется от двадцати до сорока футов. Когда ветер перестает дуть с запада и внезапно меняется и дует с востока, он уносит воду озера с востока к западной оконечности, что создает соответствующую впадину в реке Ниагара. Несомненно, разница в годовом

количестве осадков оказывает влияние, но эффект от этой причины не так заметен, как от смены ветров.

Еще одно устройство, используемое в электростанции, главным образом для обработки тяжелых грузов и переноса их из одной точки в другую, называется электрическим краном. Он установлен на гусеницах, расположенных с каждой стороны электростанции. Кран проходит все расстояние и перемещается по этому пути с помощью тележек от одного конца электростанции до другого. Поперек этого крана проходит еще одна колея, на которой установлено подъемное оборудование, состоящее из блока и тали, способное выдержать вес в пятьдесят тонн. На одном конце крана расположены один или несколько электродвигателей, которые способны под управлением инженера производить движение в любом направлении, которое является результатом совместного движения двух тележек, действующих поперек друг друга вместе с перпендикулярным движением подъемного троса, соединенного с блоком и талью. Это кажется чем-то, наделенным человеческим разумом, когда мы видим, как оно перемещается в отдаленную часть здания, протягивает руку и поднимает кусок металла весом в несколько тонн, переносит его в какую-то другую часть здания и опускает на место, на долю дюйма. Хотя сама машина не рассуждает, у руля стоит разумное существо, которое управляет ею и подчиняет своей воле. Машина для инженера, который манипулирует ею, то же самое, что человеческий мозг для самого человека. Мозг - это инструмент, с помощью которого невидимый человек выражает свою волю и воздействует своей работой на людей и вещи в видимом мире.

ГЛАВА XXIV.

ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ НИАГАРСКОГО ВОДОПАДА.

В предыдущей главе я описал некоторые приборы, используемые в связи с электростанцией. Есть много вещей, которые являются обычными в качестве электроприборов при использовании с токами низкого напряжения и небольшого количества, которые становятся чрезвычайно интересными, когда сконструированы с целью управления такими токами, которые вырабатываются динамо-машинами, используемыми на Ниагаре. Например, разрыв и замыкание цепи, пропускающей такой ток, который используется для обычных телеграфных целей, является очень обычным делом, но для этого требуется довольно сложное и научно сконструированное устройство для обработки токов большого объема и большого давления. Если бы такой ток, который генерируется динамо-машиной, выдающей 5000 лошадиных сил при напряжении 2200 вольт, был разорван в одной точке проводника, произошла бы вспышка и грохот, сопровождаемые такой степенью нагрева и такой мощностью разрушения, что это разрушило бы прибор.

Автоматические выключатели, используемые в Niagara, сконструированы с очень большим количеством контактов, изготовленных из металлических втулок или трубок, скажем, диаметром в один дюйм, сконструированных таким образом, что одна входит в другую; втулки имеют прорези, образующие небольшую пружину, обеспечивающую плотный контакт. Все они электрически соединены вместе на каждой половине выключателя как один проводник, так что при замыкании выключателя ток делится на столько частей, сколько точек соприкосновения

имеется в выключателе. Предположим, что таких контактных точек 100, и через каждую из них будет протекать сотая часть тока. Теперь, если эти точки расположены так, что все они могут быть разделены одновременно, искра, которая возникнет при каждом разрыве, будет очень маленькой по сравнению с тем, какой она была бы, если бы весь ток протекал через одну точку, и она была бы настолько маленькой, что не было бы никакой опасности при размыкании выключателя. Эти переключатели тщательно охраняются, они встроены в коробку и находятся под контролем одного человека.

Существует еще одно устройство, которое является необходимой частью любого производственного или иного вида установки, использующей электричество от этой электростанции, и оно называется трансформатором. Многие из вас знакомы с коробчатым устройством, которое используется в соединении с электрическим освещением при использовании переменного тока. Там, где требуются эффекты простого нагрева, например, в электрическом освещении, переменный ток может использоваться с большей выгодой, чем постоянный ток, когда его необходимо передавать на некоторое расстояние, благодаря тому факту, что это может быть ток высокого напряжения. Большее количество энергии может быть передано по небольшому проводнику, что значительно снижает стоимость электрической установки, которая распределяет электроэнергию на расстояние. Трансформатор - это устройство, которое изменяет ток с одного напряжения на другое.

На обычной электростанции, такой, какая используется в небольшом городе или деревне, ток, который подается от электростанции, имеет напряжение от 1000 до 1500 Вольт, в зависимости от расстояния, на которое он подается. Однако было бы недопустимо, чтобы ток проникал в жилище при таком высоком давлении, поскольку с ним опасно обращаться, и риск возникновения пожаров, вызванных током, был бы значительно повышен. Таким образом, в какой-то момент за пределами здания, на небольшом расстоянии от него, устанавливается трансформатор, который изменяет напряжение, скажем, с 1000 до 50 или 100, в зависимости от типа используемых ламп. Некоторые лампы сконструированы для использования с напряжением в пятьдесят вольт, а другие - на 100 и более. Лампа всегда должна быть адаптирована к току или к току, подаваемому на лампу, по вашему выбору. Человеческое тело может быть помещено в цепь, в которой используется такое низкое напряжение без использования *dan*, но было бы чрезвычайно опасно находиться в контакте с напряжением 1000 или более вольт, например, используемым для освещения.

В принципе, трансформатор - это не что иное, как катушка индуктивности в очень больших масштабах. Обычная индукционная катушка, такая, которая используется в медицинских целях, обычно изготавливается путем намотки грубой проволоки на железный сердечник. Этот сердечник обычно изготавливается из пучка проводов из мягкого железа, потому что провода легче намагничиваются и размагничиваются, чем твердый железный сердечник. Вокруг этого витка грубой проволоки, который мы называем первичной катушкой, намотана вторичная катушка из более тонкой проволоки. Если теперь аккумулятор подсоединить к первичной обмотке, которая сделана из грубого провода, и цепь прерывается каким-либо механическим выключателем, то каждый раз, когда первичная цепь или цепь батареи размыкаются, во вторичной цепи будет мгновенный импульс гораздо более высокого напряжения; и в момент замыкания первичной цепи в этой вторичной цепи будет другой импульс в противоположном направлении. Последний импульс называется начальным, а первый - конечным. Ток, созданный

таким образом, называется *наведенным* током. Начальный ток не такой сильный, как на клемме в данном конкретном устройстве.

Если мы возьмемся за два провода, соединенных с двумя полюсами батареи, и сведем их вместе, чтобы замкнуть цепь, а затем разделим их, чтобы разорвать ее, мы едва ли почувствуем какие—либо ощущения - если бы там были только один или два элемента, какие обычно используются с такими катушками. Но если мы подсоединим эти провода к катушкам индукционного устройства, а затем возьмемся за два конца вторичной катушки и разомкнем и замкнем первичную цепь, мы должны испытывать болевой шок при каждом разрыве и замыкании, хотя фактическая величина тока, протекающего по вторичному проводу, не так велика, как та, что протекает по первичной; но напряжение (или электродвижущая сила) выше, и, следовательно, он способен пропускать ток через проводник с более высоким сопротивлением, такой как человеческое тело. По этой причине через корпус, который является плохим проводником, пропускается больший ток, чем может быть при постоянном токе батареи, которая имеет более низкое напряжение. Если теперь мы возьмем батарею из нескольких элементов, чтобы получить напряжение, равное тому, которое излучает вторичная катушка, и соединим ее с катушкой из тонкой проволоки вместо катушки из грубой проволоки - таким образом, то, что было до вторичной катушки, станет первичной, - размыкая и замыкая цепь батареи, как и раньше, мы получим вторичный или индуцированный ток в катушке из грубой проволоки, но это будет ток низкого напряжения, и он не будет вызывать болезненных ощущений, которые вызывала вторичная катушка.

Теперь мы описали принцип работы трансформатора в том виде, в каком он работает в обычной индукционной катушке. Как уже говорилось, на Ниагарском водопаде ток поступает от динамо-машин с электродвижущей силой или давлением 2200 вольт. Для некоторых целей это напряжение недостаточно высокое, а для других - слишком высокое; поэтому перед использованием его необходимо преобразовать! Для некоторых целей это преобразование происходит в электростанции, а для других - на предприятии, где оно используется. Например, возьмем течение, которое направляется в Буффало на расстояние от двадцати до тридцати миль. Сначала ток подается на трансформатор, подключенный к электростанции, где его "повышают" (выражаясь профессиональным языком) с напряжения 2200 до 10000. Он передается в Буффало по проводам, которые натянуты на столбы, и там снова "понижается" через другой трансформатор до напряжения, необходимого для использования в этом месте. Целью повышения напряжения с 2200 до 10000 в данном случае является экономия средств при прокладке линии проводов между двумя точками. Если бы напряжение оставалось на уровне 2200 — проводники оставались такими же, как сейчас, — потери при передаче были бы очень большими из-за сопротивления, которое эти провода оказывали бы току такого сравнительно низкого напряжения, как 2200. Чтобы преодолеть эту трудность — если напряжение не будет увеличено — необходимо было бы использовать проводники, которые были бы намного большего сечения (толще), чем нынешние. А поскольку эти проводники сделаны из меди, расходы были бы слишком велики, чтобы компания могла получить какую-либо прибыль.

Если мы вернемся к иллюстрации, которую мы использовали в одной из первых глав, посвященных электричеству, мы сможем лучше объяснить, что происходит при увеличении напряжения. Если у нас есть столб воды, поддерживаемый на уровне, скажем, десяти футов над отверстием, из которого она вытекает, то есть диаметром в один дюйм, то каждую минуту туда будет вытекать определенное количество воды. Если теперь мы заменим отверстие диаметром в

один дюйм отверстием диаметром всего в полдюйма, то каждую минуту будет вытекать гораздо меньшее количество воды, если головка будет находиться в одной и той же точке, а именно на расстоянии десяти футов. Но если теперь мы поднимем столб воды, то со временем достигнем высоты, при которой будет создаваться давление, заставляющее выбрасывать через отверстие в полдюйма воды в минуту столько же, сколько раньше выбрасывалось через отверстие в один дюйм при давлении только десятифутового столба. Это именно то, что происходит при "повышенном" напряжении, что эквивалентно повышению давления.

Из вышеизложенного видно, что эти трансформаторы должны быть изготовлены с учетом использования тока. По общей форме они похожи по внешнему виду, разница заключается главным образом в отношении, которое первичная обмотка поддерживает ко вторичным обмоткам. Существует другой вид трансформатора, который используется, когда необходимо, чтобы ток всегда шел в одном и том же направлении. Этот трансформатор, как объяснялось ранее, не изменяет напряжение тока, а просто преобразует то, что было переменным, в постоянный ток. Под переменным током мы подразумеваем тот, который состоит из импульсов переменной полярности — сначала положительного, а затем отрицательного. Постоянный ток — это тот, все импульсы которого имеют одну полярность. Постоянный ток необходим для всех целей, где электролиз (химическое разложение под действием электричества, например, серебра для серебрения и т.д.) Является частью процесса. Переменный ток может использоваться без преобразования во всех процессах, где основным фактором является тепло. В качестве движущей силы может использоваться любой ток, только электродвигатели должны быть сконструированы с учетом вида используемого тока.

Вращающийся трансформатор, который может приводиться в действие от любой мощности, состоит из колеса, несущего вращающийся коллектор, расположенный таким образом относительно щеток, которые подводят ток к коллектору и отводят его от того же самого, что на щетки, выходящие из трансформатора, всегда будут поступать импульсы одинаковой полярности. На ремесленном языке трансформаторы, которые используются для изменения напряжения с высокого на низкое или наоборот, называются "статическими трансформаторами" просто потому, что, как мы предполагаем, они неподвижны. Другие называются вращающимися, или подвижными трансформаторами, чтобы отличать их от других форм. Работа последних является чисто механической, в то время как первые являются электрическими. В некоторых случаях, когда статические трансформаторы очень велики, они выделяют большое количество тепла, настолько большое, что необходимо разработать средства для его отвода с такой скоростью, с какой оно создается. В некоторых случаях это достигается за счет пропускания через них воздушных потоков, но в других, где они очень большие, масло продолжает циркулировать по трансформатору из резервуара, расположенного над ним, причем масло перекачивается обратно роторным насосом в резервуар, где оно охлаждается с помощью змеевика из труб, расположенных в масле, по которому постоянно циркулирует холодная вода. Это означает, что холодное масло постоянно проходит через трансформатор, где оно поглощает тепло, которое, в свою очередь, перекачивается обратно в бак, где охлаждается.

Сейчас прослеживается энергии от водяного колеса через различные трансформации и, описав в самых общих чертах прибор для генерации ЭлТруймасто и для преобразования его в нужное напряжение, необходимое для различных целей, к которым оно положено, мы перейдем

в следующей главе, чтобы следовать его до точки, где он будет доставлен, и отследить его через процессы, и о его роли в создании продукции различных торговых предприятий.

ГЛАВА XXV.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ—КАРБОРУНД.

Производство электроэнергии в таких огромных количествах, какие вырабатываются на Ниагарском водопаде, привело ко многим открытиям и приведет ко многим другим. Продукты, которые когда-то существовали только в химической лаборатории для экспериментальных целей, были настолько удешевлены за счет использования электрической энергии при их производстве, что позволили использовать их в повседневной жизни. Другие продукты были открыты только с появлением мощных электрических токов. Вещество под названием карборунд, которое было открыто еще в 1891 году, в настоящее время стало основой отрасли, имеющей немалое значение. Это вещество мало чем отличается от алмаза по твердости и не очень отличается от него по своему составу. Основное применение, которому оно подвергается, - шлифовка металлов и все виды абразивных работ. Он изготавливается в виде колес, по конструкции похожих на наждачный круг, и служит для той же цели. Это намного дороже, чем наждачный круг, но утверждается, что он будет выполнять достаточно большую и качественную работу, чтобы сделать его полностью экономичным.

Для меня было удовольствием и привилегией посетить фабрику на Ниагарском водопаде, и благодаря любезности мистера Фитцджеральда, химика, ответственного за производство, я многое узнал о производстве и применении карборунда. Сырьем, используемым при производстве карборунда, являются песок, кокс, опилки и соль; состав представляет собой комбинацию кокса и песка. Он смешивается при очень высокой температуре, которую можно получить только с помощью электричества. При охлаждении продукт превращается в красивые кристаллы переливающегося цвета. Преобладающими цветами являются синий и зеленый, и все же под воздействием солнечного света он в большей или меньшей степени демонстрирует все цвета солнечного спектра. Кристаллы имеют шестиугольную форму, и иногда они довольно крупные, от четверти до половины дюйма со стороны. Соль не входит в состав продукта, как и опилки. Соль действует как флюс, облегчающий соединение кремнезема и углерода. Опилки добавляют в смесь для придания ей пористости, чтобы газы, образующиеся при сильном нагревании, могли легко выходить наружу, предотвращая таким образом опасный взрыв, который в противном случае мог бы произойти. Фактически, эти взрывы произошли, что привело к необходимости разработки каких-либо средств для быстрого выхода газов.

Интересен процесс производства в том виде, в каком он осуществляется на Ниагаре. Сначала посетителя проводят в помещения, где хранятся сырье, песок, кокс, опилки и соль. Песок здесь самого высокого качества и очень белый. Кокс сначала измельчается и просеивается, часть, измельченная до достаточной крупности, смешивается с помощью оборудования с правильной пропорцией песка, соли и опилок. Более крупные куски кокса используются для того, что называется сердцевинной печи, которая будет описана позже.

Эта смесь подается в топочное отделение, рассчитанное на десять печей, но не все они будут работать одновременно. Здесь рабочие будут извлекать изготовленный материал из уже законченной печи, а там в процессе строительства находится другая печь, в то время как третья находится на полном нагреве, так что можно увидеть весь процесс с первого взгляда. Эти печи построены из кирпича, около шестнадцати футов в длину и около пяти футов в ширину и глубину. Торцы и дно печи построены из кирпича и могут быть названы стационарными конструкциями. Стенки также построены из кирпича, уложенного неплотно без раствора; каждый раз, когда материал помещается в печь, и каждый раз, когда печь опорожняется, боковые стенки снимаются.

Печь подготавливается к обжигу путем помещения массы смеси на дно и возведения стенок высотой около четырех футов (или половины высоты, когда она будет завершена). Желоб шириной около двадцати или двадцати одного дюйма и вдвое меньшей глубины выгребается по всей длине измельченного материала, и в него помещается то, что ранее называлось сердцевинной печи, а именно чистый кокс, измельченный на мелкие кусочки, но не измельченный в порошок, как в случае с другой смесью. Используемое количество тщательно взвешивается, чтобы получить сердцевину нужного размера, которая, как показал эксперимент, дает наилучшие результаты. Сердцевину заполняют и закругляют до тех пор, пока она не приобретет круглую форму диаметром около двадцати одного дюйма. На каждом конце печи сердцевина соединяется с рядом угольных стержней — всего около шестидесяти, — которые имеют тридцать дюймов в длину и три дюйма в диаметре. Эти угольные стержни соединены с прочной железной рамой, которая стоит заподлицо с внешним торцом печи. С внутренней стороны промежутки между стержнями заполнены графитом, который представляет собой простой углерод или кокс со всеми удаленными примесями, что обеспечивает хорошее электрическое соединение с сердечником. Этот сердечник соответствует, с электрической точки зрения, нити накаливания в обычной лампе накаливания, только его длина составляет четырнадцать футов, а диаметр — двадцать один дюйм. Теперь смешанный материал насыпается поверх этой сердцевины, а стенки по бокам возводятся до тех пор, пока вся конструкция не будет возвышаться примерно на восемь футов от пола — масса из мелкоизмельченной смеси с сердцевинной из измельченного кокса, электрически соединенной на концах. Теперь он готов к подаче электричества, которое завершает работу.

Давайте вернемся в трансформаторную и рассмотрим электрические приборы, которые понижают ток до надлежащего напряжения для выработки тепла, необходимого для соединения кремнезема песка и углерода кокса, в результате чего получаются красивые кристаллы карборунда, которые мы описывали выше.

Ток подается от Niagara Power Company под напряжением 2200 вольт. Провода сначала проходят в трансформаторное помещение, которое примыкает к топочному помещению, и там преобразуются с 2200 вольт в среднем до 200 вольт. Мощность трансформаторов на этих предприятиях составляет около 1100 лошадиных сил. В процессе преобразования около 4% этой мощности преобразуется в тепло, что приводит к потерям электроэнергии чуть более 40 лошадиных сил. Этого тепла было бы достаточно для разрушения трансформатора, если бы не было предусмотрено какое-либо устройство для его отвода. Мы уже описывали, как это делается с помощью циркуляции масла. Из-за низкого напряжения и огромного количества тока, проходящего от трансформатора к печи, требуются очень большие проводники. Два провода, идущие к печи, имеют поперечное сечение восемь квадратных дюймов, и этот

огромный ток, составляющий более 1000 лошадиных сил, пропускается через сердцевину печи и поддерживается в ней постоянно в течение двадцати четырех-тридцати шести часов.

Давайте на мгновение задумаемся, что означает мощность в 1000 лошадиных сил, поскольку это даст нам некоторое представление об огромной энергии, затрачиваемой на производство карборунда. Предполагается, что лошадиная сила - это сила, которую одна лошадь может приложить, таща груз, и это единица измерения мощности. Однако произвольно установленная мощность в лошадиных силах примерно на четверть превышает среднюю реальную мощность в лошадиных силах. Если бы 1000 лошадей были запряжены последовательно, одна перед другой, и каждая лошадь занимала бы пространство, скажем, в двенадцать футов, то получилась бы вереница лошадей длиной 12 000 футов, что составило бы что-то более двух миль. Представьте себе груз, который могла бы тянуть вереница лошадей длиной в две мили, если бы все тянули вместе, и вы получите некоторое представление об энергии, затрачиваемой при горении одной из этих карборундовых печей.

В течение получаса после включения тока по бокам и сверху печи начинает выделяться газ, а когда к нему подносят спичку, он загорается и горит голубоватым пламенем в течение всего процесса. Подсчитано, что при горении одной печи выделяется более пяти с половиной тонн этого газа. Этот газ называется монооксидом углерода и образуется в результате соединения углерода кокса с кислородом песка. Когда мы рассматриваем огромное количество материала, который выходит из печи в виде газа, легко понять, почему необходимо добавлять в смесь опилки или какой-либо эквивалентный материал, чтобы придать всему объему пористость, чтобы газ мог легко выходить. Мы также должны ожидать, что после того, как из всей массы будет извлечено пять с половиной тонн, она уменьшится в размерах. Установлено, что это так. Верхняя часть массы материала в значительной степени опускается вниз к концу времени воздействия этого сильного тепла. Постепенно, после включения тока, сердцевина нагревается сначала до красного, а затем до интенсивного белого цвета. Это тепло передается материалу, окружающему сердцевину, вызывая различные эффекты в различных слоях из-за того, что невозможно поддерживать равномерное тепло по всему объему материала. Что-то из этого будет "пережарено", а что-то "недожарено". Материал, непосредственно соприкасающийся с сердцевиной, будет перегрет, а тот, который на одном этапе был карборундом, распался от перегрева.

Диоксид кремния, входящий в состав соединения, был удален, в результате чего из кокса образовалась оболочка из графитового вещества.

После отключения тока и остывания печи изучение поперечного сечения всей массы становится очень интересным. В самой сердцевине из-за интенсивного нагрева, которому она подвергалась, из кокса были удалены примеси, в результате чего осталось вещество, похожее на черный свинец, на котором остается отметина, подобная карандашному грифелю, и на самом деле это то же самое вещество, известное как plumbago, в одной из его форм. Это углерод, оставшийся после удаления примесей из кокса. Вокруг сердцевины на расстоянии десяти-двенадцати дюймов, расходясь во все стороны, обнаружены красиво окрашенные кристаллы карборунда, так что в одной печи можно получить более 4000 фунтов этого материала. После этой точки нагревание было недостаточно сильным, чтобы вызвать соединение углерода и кремнезема, в результате чего остается слой частично образовавшегося карборунда; за пределами этого смесь остается неизменной.

Затем эти кристаллы карборунда измельчаются вальцами огромного веса, после чего измельченный материал разделяется на различные сорта для использования при изготовлении шлифовальных кругов различной степени измельченности. Теперь этот измельченный материал смешивают с определенными видами глины, чтобы скрепить его, а затем прессуют в гидравлическом прессе в круги различных размеров, а затем отправляют в печи и обжигают так же, как обычную керамику или фарфор. Размер этих колес варьируется от одного до шестнадцати дюймов. В качестве связующего при изготовлении колес используются каолин, разновидность глины, и полевой шпат.

Хотя карборунд уже занимает большое место в качестве коммерческого продукта, нет никаких сомнений в том, что со временем его применение значительно возрастет. Этот продукт можно назвать искусственным, и он никогда не был бы известен, если бы не интенсивный нагревательный эффект, получаемый при использовании электричества. Конечно, это никогда не могло быть задействовано в качестве одного из полезных инструментов в производстве и искусстве. Известно, что он не существует как натуральный продукт, что на первый взгляд может показаться немного странным, учитывая свидетельства сильной жары, которая когда-то существовала на земле. Его отсутствие в природе мистер Фитцджеральд объясняет тем фактом, что "температуры образования и разложения лежат очень близко друг к другу".

ГЛАВА XXVI.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ—ОТБЕЛИВАЮЩИЙ ПОРОШОК.

Другой отраслью промышленности, которая приобрела большие масштабы на Ниагарском водопаде из-за огромного количества производимой там электроэнергии, является производство коммерческого продукта, называемого отбеливающим порошком, или хлористой известью. Всем известно, что хлорид натрия - это просто обычная соль, которая так широко используется везде, где обитают люди и животные. Простая и безвредная, она существует как соединение исходных элементов, но при разделении на эти элементы каждый из них представляет собой очень неприятное и даже опасное вещество для обращения. Соль - одно из самых распространенных веществ в природе. Он встречается во многих частях мира в твердых слоях и является одним из основных компонентов морской воды.

Соль - это соединение хлора и металла, называемого натрием. Натрий в чистом виде обладает сильным сродством к кислороду, настолько сильным, что, когда его кусок бросают в воду, он воспламеняется и яростно горит желтым пламенем. Хлор, вещество, с которым он соединяется, образуя обычную соль, представляет собой газ зеленоватого цвета, пары которого очень неприятны и очень опасны даже для дыхания, если их количество очень велико.

Любопытный факт природы заключается в том, что два таких вещества, как хлор и натрий, с которыми так трудно и опасно обращаться, должны объединяться вместе, образуя такое полезное и безвредное соединение, как обычная соль. Важным элементом отбеливающего порошка является хлор, который он содержит. Он широко используется при производстве бумаги и всех других материалов, где требуется отбеливание. Цель его соединения с известью с

образованием хлористой извести состоит просто в том, чтобы иметь удобный метод безопасного удержания хлора до тех пор, пока он не понадобится для использования.

Химический завод в Ниагарском водопаде производит отбеливающий порошок в очень больших масштабах. Роль электричества заключается в отделении хлора от натрия, который содержится в обычной соли. На заводе меня сначала отвели в помещение, где хранилось большое количество соли. Лента с маленькими ведерками для переноски на ней собирала эту соль и выносила ее в другую комнату, где ее бросали в огромный чан для смешивания с водой. Соль смешивали с водой до получения насыщенного раствора. В большом помещении, занимавшем пол-акра или больше земли, было собрано большое количество неглубоких сосудов, примерно 4 на 5 квадратных футов и 1 фут глубиной. Эти сосуды были герметично закрыты, чтобы не пропускать газ. Со всеми этими сосудами были соединены трубы, соединяющиеся с большим резервуаром, содержащим насыщенный раствор соли.

От верха или крышки каждого сосуда идет труба, соединяющаяся с магистральной трубой, которая отводит газообразный хлор в другое помещение сразу же по мере его образования. Через каждый из этих сосудов проходит электрический ток; вся система потребляет около 2000 лошадиных сил. Электрический ток, проходя через солевой раствор, отделяет хлор от натрия, при этом хлор проходит в виде газа вверх по трубам, упомянутым ранее, в главную трубу, откуда он переносится в другое большое помещение и отводится в систему газонепроницаемых камер. На пол этих камер наносится слой негашеной извести, измельченной в мелкий порошок. Известь обладает сильным сродством к газообразному хлору и быстро поглощает его, образуя хлористую известь. Когда известь полностью насыщается хлором, газ из этой камеры отключается, которая затем открывается, и хлорид извлекается для отправки. Теперь в камере наносится новый слой извести, включается газ и процесс повторяется.

Таких камер несколько, так что операция на всех ее этапах происходит непрерывно. Номера, где ХлорИИНХ газ образуется тщательно проветривается, меры предосторожности, которые очень необходимы в случае, если ни один из чанов должны течь, как они иногда делают.

В каждом из этих чанов, где происходит электролитический процесс, постоянно выделяются два продукта; один, как упоминалось ранее, представляет собой газообразный хлор, а другой - каустическую соду в растворе. Раствор в чане постоянно обновляется насыщенным раствором соли из упомянутого ранее резервуара. Один поток непрерывно поступает в чан, а два выходят наружу, что обусловлено разлагающей силой электрического тока. Раствор каустической соды переносят в большие выпарные емкости, где из него вытесняют воду, оставляя каустическую соду в виде сухих белых кристаллических пластинок. В этом процессе электрический ток, который поступает от электростанции с энергией 2000 лошадиных сил, должен быть преобразован дважды; во-первых, чтобы довести его до надлежащего напряжения для работы разложения, и, во-вторых, чтобы заменить его с переменного на постоянный ток, с помощью которого осуществляются все электролитические процессы.

Вы заметите, что электрическая энергия, затрачиваемая в этом учреждении, вдвое больше, чем при производстве карборунда.

Каустическую соду, которая является одним из продуктов разложения соли, доставляют на другое предприятие, где с помощью еще одного электрического процесса получают

металлический натрий. Поскольку процесс здесь является секретным, автор не имел чести изучать детали.

ГЛАВА XXVII

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ—АЛЮМИНИЙ.

Еще одним сравнительно новым изделием, которое в настоящее время производится в больших количествах на Ниагарском водопаде, является алюминий. До последних нескольких лет этот металл в какой-либо степени не использовался производителями из-за больших затрат, связанных с его производством. Однако сейчас его производят в таких количествах, что он становится примерно таким же дешевым, как латунь, оптом. Алюминий - очень легкий металл, цвет которого несколько светлее серебра; его удельный вес составляет примерно одну треть от удельного веса железа. Алюминий содержится в одном из своих соединений в больших количествах в природе, особенно в некоторых видах глины и в силикатном состоянии, например, в полевом шпате и связанных с ним минералах. Он встречается в больших количествах в южной Джорджии, где его смешивают с красным оксидом железа, которым изобилует этот регион. Здесь он существует в виде оксида алюминия, который является оксидом алюминия. Перед отправкой на восстановительный завод глинозем отделяют от всех других веществ. Это белый порошок, безвкусный, на который трудно воздействуют кислоты.

Электричество является основным фактором в производстве металлического алюминия. Компания по переработке покупает этот глинозем, который был отделен от глины или руд, в которых он добывается. В большой комнате расположено множество железных чанов или тиглей, облицованных углеродом, глубиной около двух или двух с половиной футов, длиной пять или шесть футов и шириной четыре фута.

Непосредственно над каждым чаном сооружен металлический каркас, сквозь который продето большое количество углеродистых стержней длиной около восемнадцати-двадцати дюймов и диаметром от двух до двух с половиной дюймов. Этот каркас электрически изолирован от железных тиглей. Каркас и угли соединены с положительным проводником электрического тока, а чан или тигель - с отрицательным. Эти проводники очень большие, что-то около фута в ширину и дюйма в толщину, и сделаны из какого-нибудь хорошего электрического проводника. Они должны быть очень большими, потому что по ним проходит ток, равный 3050 лошадиным силам. Ток большой мощности, но очень низкого напряжения; электродвижущая сила в каждом чане или тигле составляет всего около семи вольт. Поскольку процесс является электролитическим, а не просто процессом нагрева, необходимо использовать постоянный ток, и поэтому ток, поступающий от дома, должен быть преобразован дважды; во-первых, чтобы довести его до надлежащего напряжения, и, во-вторых, чтобы изменить его с переменного на постоянный ток. Эти железные чаны или тигли соединяются последовательно электрически, а затем заполняются глиноземом и некоторыми другими материалами, которые действуют либо как флюс, либо как средство повышения электропроводности смеси; именно это вещество, вероятно, является одним из секретов процесса. Когда все тигли заполнены смесью, включается ток, который поддерживается непрерывно днем и ночью семь дней в неделю. Весь

материал в различных тиглях нагревается до покраснения, когда происходит процесс разделения. Содержащийся в глиноземе кислород выделяется в виде газа, а другие остатки всплывают на поверхность тигля и удаляются.

Металлический алюминий в расплавленном состоянии опускается на дно тигля, откуда его время от времени вычерпывают большими чугунами ковшами, высыпают в песок и формуют в блоки, аналогичные блокам из чугуна. Время от времени, по мере извлечения металла, в тигель заливается свежий оксид алюминия с другими веществами, так что процесс продолжается непрерывно, день и ночь, неделя за неделей. Тепло в процессе восстановления оксида алюминия, как мы видели ранее, не является главным фактором; оно просто служит для восстановления соединения до жидкого состояния, чтобы можно было легко осуществить электролитическое действие.

Поэтому нет необходимости доводить себя до белого каления, как это происходит в случае получения карборунда, описанного в другом месте.

Было чрезвычайно интересно наблюдать удивительные магнитные эффекты, которые возникали в железе при соприкосновении с этими огромными электрическими проводниками. Напряжение было настолько низким, что с ними можно было обращаться безнаказанно. Железные тигли стали настолько магнитными, что тяжелый брусок железа длиной семь или восемь футов прилипал к их стенкам, так что его можно было удерживать в вертикальном положении. Прутья железа цеплялись за проводник в любой точке по его длине, и, хотя эти проводники передавали энергию мощностью более 3000 лошадиных сил, они не оказывали заметного воздействия на человеческий организм. Причина этого заключается в том, что, во-первых, корпус сделан не из магнитного материала, и, во-вторых, давление настолько низкое, что корпус, будучи плохим проводником, с трудом пропускал бы через себя ток низкого давления.

Алюминий быстро становится важным предметом торговли, и ему суждено становиться все более и более таким из-за его чрезвычайной легкости по сравнению с другими металлами.

Установлено, что он ценен также при использовании в качестве сплава со многими другими металлами. Один из больших недостатков его более широкого использования заключается в том факте, что до сих пор не было разработано простого метода его пайки. Несомненно, со временем эта трудность будет решена, когда его использование значительно возрастет. Подсчитано, что в различных соединениях алюминий образует около двенадцатой части земной коры.

ГЛАВА XXVIII.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ—КАРБИД КАЛЬЦИЯ.

Еще одно важное применение электричества на Ниагарском водопаде - производство нового продукта, называемого карбидом кальция. Подобно карборунду и алюминию, этот продукт не

мог быть произведен в промышленных количествах до появления средств для производства электроэнергии в огромных объемах.

Карбид кальция представляет собой соединение кальция и углерода. Кальций - это белый металл, которого нет в естественном состоянии, но он существует в основном в виде карбоната извести, который представляет собой обычный известняк, включая различные формы мрамора. Как чистый металл, его трудно получить и очень трудно поддерживать в рабочем состоянии, так как он легко окисляется при контакте с воздухом. Символом карбида кальция является CaC_2 , что означает, что молекула этого карбида состоит из одного атома кальция и двух атомов углерода. Ca означает кальций, а C - углерод. Когда за символом нет цифры, это означает, что в соединение входит только один атом; но если за ним следует цифра, это означает, что входит столько атомов, сколько изображено на рисунке.

Процесс производства карбида кальция следующий: обычную известь перед гашением измельчают в мелкий порошок; затем ее смешивают с порошкообразным коксом или углеродом в соответствующих количествах, так что при химическом соединении пропорция будет такой, как указано выше, один атом кальция к двум углеродам. Как хорошо известно, известь получают, подвергая обычный известняк воздействию красного жара в течение нескольких часов подряд. При нагревании выделяется углекислый газ, остается только комбинация кальция и кислорода, которая представляет собой обычную известь.

Смесь измельченной извести и кокса помещают в тигель, который окружает дугу электрического светильника огромных размеров; углеродные проводники занимают площадь в один квадратный фут или более. Для того чтобы заставить углерод соединиться с кальцием, требуется очень сильное нагревание, такое, которое может быть получено только при горении электрической дуги. Когда включается мощный ток (составляющий более 3000 лошадиных сил), смесь расплавляется, и после воздействия этого интенсивного нагрева в течение определенного периода времени кислород из негашеной извести выделяется, а углерод соединяется с кальцием, который остается в пропорции один атом кальция к двум углероду, как указано выше. Следует отметить, что это чисто тепловой процесс, причем интенсивный. Поскольку электролитического воздействия не требуется, переменный ток используется без преобразования в постоянный, что необходимо при производстве отбеливающего порошка и алюминия, которые являются электролитическими процессами.

По завершении операции ток отключают и компаунду дают остыть. При охлаждении он приобретает шиферный цвет, который слегка переливается на свету. Он также в определенной степени кристаллизуется.

Ценность этого нового продукта заключается в его способности выделять газообразный ацетилен в больших количествах. Молекула газообразного ацетилена состоит из двух атомов углерода и двух атомов водорода. Для выделения газа необходимо только залить карбид кальция водой, когда происходит соединение углерода карбида и водорода воды в указанных выше пропорциях. Если воды будет достаточно, весь углерод уйдет вместе с газом, оставив остаток гашеной извести.

Ценность газообразного ацетилена заключается в его очень высокой светоотдаче. Это связано с тем, что газ очень богат углеродом по сравнению с другими светоотдающими газами. Он горит чистым белым светом при правильном смешивании с воздухом или кислородом, но при

недостатке воздуха он горит дымным пламенем. В этом случае углерод расходуется не весь и выходит в воздух в виде сажи или дыма, но при сжигании с соответствующей смесью кислорода или обычного воздуха он становится одним из самых ярких источников света. Ацетилен, как и большинство других газов, становится взрывоопасным при смешивании с воздухом в определенных пропорциях. Является ли он более опасным в обращении, чем обычные осветительные газы, автор не готов сказать, поскольку у него не было возможности провести тщательное сравнение между ним и другими газами с экспериментальной точки зрения.

В конце концов, эксперимент - это единственный надежный путь к абсолютному знанию. Теории прекрасны в книгах и лекциях, но они часто терпят неудачу в лаборатории.

Ацетилен в настоящее время используется в качестве осветительного газа для бытовых и других целей. Было предложено несколько методов обращения с ним. Один из них заключается в том, чтобы сконденсировать его в прочных металлических баллонах и доставлять в таком виде; другой - установить генераторы в удобных местах и вырабатывать газ по мере его использования. Было изобретено очень остроумное приспособление для регулирования образования газа. Определенное количество карбида кальция помещается в газонепроницаемый сосуд с водой. Как только вода вступает в контакт с карбидом, начинается выделение газа. Когда давление внутри сосуда достигает определенной степени, с помощью механических приспособлений карбид извлекается из воды и таким образом прекращается выделение газа. Когда давление сбрасывается за счет расхода газа в горелках, это позволяет карбиду попадать в воду, когда выделение газа начинается снова.

Конечно, против такого способа розжига есть те же возражения, что и против всех открытых горелок; он постоянно выбрасывает в воздух продукты горения, главным образом углекислый газ, который ядовит для животных. Как объяснялось в некоторых главах, посвященных теплу, в Томе II, светоотражающие свойства любого газа определяются количеством содержащихся в нем частиц углерода, которые нагреваются до накала, как только вступают в контакт с кислородом воздуха, и остаются такими в течение короткого периода времени во время прохождения между двумя крайними точками пламени. Хотя ацетилен по своим осветительным свойствам равен электричеству, последнее по-прежнему не имеет конкурентов с санитарной точки зрения, поскольку использование электричества ни в какой степени не загрязняет воздух в помещении, где оно используется.

Теперь мы несколько подробно описали следующие процессы, которые осуществляются на Ниагарском водопаде с помощью электричества, а именно: восстановление алюминия из его оксида алюминия; производство нового и полезного соединения, называемого карборундом; образование карбида кальция, используемого для производства газообразного ацетилена, и крупный химический цех, где изготавливают отбеливающий порошок. В дополнение к этим работам имеется установка по производству натрия из едкого поташа, который является одним из продуктов, образующихся при разложении соли на предприятиях по производству отбеливающих порошков. Существует также другое предприятие по производству фосфора, изготовленного из костей и ракушек, добываемых из фосфатных залежей, которыми изобилуют некоторые южные штаты на побережье Атлантического океана. В процессе строительства находится завод по производству хлората калия с помощью электрического процесса. В дополнение к упомянутым учреждениям, электроэнергия поставляется для целей электроснабжения компании Niagara Electric Light Company; электрической железной дороге

между Ниагарой и Буффало; железной дороге Ниагарского водопада на противоположной стороне реки; компании Niagara Power and Conduit Company в Буффало и компании Niagara Development Company. Это лишь небольшое начало применения электричества в качестве средства выработки тепла, света и энергии, а также для производства всех веществ, где электролиз является главным фактором. Шестнадцать или более компаний в настоящее время используют электроэнергию Ниагарской электростанции, что в целом составляет около 35 000 лошадиных сил.

ГЛАВА XXIX.

НОВАЯ ЭРА.

Когда мы рассматриваем количество новых продуктов, появлением которых мы обязаны электричеству, и количество старых продуктов, которые до сих пор существовали экспериментально, только в лаборатории химика, а теперь были использованы в качестве полезных агентов в различных искусствах и отраслях промышленности, мы начинаем понимать, что это действительно век электричества и начало новой эры. Как много, как много вещей, знакомых сегодняшним детям, которые дети двадцать пять-пятьдесят лет назад даже не представляли себе. Пятьдесят лет назад единственной полезной целью, для которой использовалось электричество, была передача новостей из города в город с помощью телеграфного кода Морзе. Первого апреля 1901 года исполнится пятьдесят семь лет с тех пор, как первая телеграфная линия была открыта для публики. Менее тридцати лет назад в использовании электроприборов был достигнут незначительный прогресс, помимо совершенства некоторых приборов частной телефонной связи и средств для многократной передачи данных. Около двадцати лет назад появились свидетельства начала новой эры в развитии электротехники. Никогда в мировой истории чудо не сменяло чудо с такой быстротой, не приводило к таким поразительным результатам, которые произвели революцию во всех наших способах ведения бизнеса и во всех операциях коммерческой и домашней жизни, как за последние два десятилетия. Мы устанавливаем наши часы по времени, определяемому электричеством с одной центральной точки наблюдения. Мы час за часом читаем ленту, на которой зафиксирован коммерческий пульс мира, пульсирующий на торговых рынках, с помощью того же самого быстрого посыльного. Мы садимся в трамвай, который освещен и обогревается, и в то же время приводится в движение одним и тем же чудесным средством. В наших домах и на наших улицах ночь превращается в день благодаря свету, который превосходит все другие источники освещения.

Когда мы хотим поговорить с другом, который может находиться за милю или тысячу миль от нас, мы подходим к концу провода, протянутого в стенах нашего жилища, и разговариваем с ним как бы лицом к лицу, и у нас под рукой есть средства, с помощью которых мы можем написать письмо тому же другу и доставить его ему нашим собственным почерком и поверх наших собственных подписей, так быстро, что оно предстанет перед ним в полной форме, как только в конце последней строки будет поставлена точка.

Кто-то видит, и слышит, и живет больше в один день, в век электричества и пара, чем он сделал в двенадцать месяцев, лет шестьдесят назад. И все же есть те, кто выступает против современных изобретений и современной цивилизации и постоянно цитирует времена своих дедов и прадедушек, когда "жизнь была простой" и было "время для отдыха". "Почему нас мучает этот век, стимулирующий мышление?" говорят они. "Почему современная музыка и современное искусство приводят в действие наши эмоции?" Почему мы призваны помогать забитым и угнетенным, а также помогать поднимать человечество на более высокий уровень? Почему нас не могут оставить в покое, в тишине и покое, чтобы жить самым простым способом?"

Если это хорошая философия, то свинью, будь она разумным существом, следовало бы причислить к величайшим философам — когда она ищет развалиться на солнышке и коротает свое бесполезное существование во сне. Если он полезен, то это потому, что какое-то другое существо более высокого порядка использует его, чтобы помочь ему в его собственном существовании. В наши дни человек, который не "поспевает за процессией", вскоре оказывается растоптанным, и какой-то другой человек использует его как ступеньку для собственного возвышения.

Однако, в конце концов, это эгоистичный мотив. Сейчас мир быстро продвигается в свете, в знании, в силе использовать бесконечные дары, которые Творец сокрыл в природе; но сокрыты только для того, чтобы стимулировать и вознаграждать наши поиски. Каждый человек может помочь в этом грандиозном прогрессе — если не исследованиями и силой позитивного мышления, то, по крайней мере, благодарным принятием и осознанием того, что достигнуто. *Смотрите вперед!* Как выразился Эмерсон: "Делать привычную новую оценку — это и есть возвышение".